

# PEMBUATAN BIOMATERIAL TEKSTIL DENGAN LIMBAH CAIR UKM RENGGINANG UMBI KETELA POHON DAN BAKTERIA *Acetobacter Xylinum*

MAKING BIOMATERIAL TEXTILE  
WITH CASSAVA WASTE WATER OF RENGGINANG SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES  
AND BACTERIA ACETOBACTER XYLINUM

**Amaliya Sita Permatasari dan Jamal Adi Prasetyo**  
email : [amalia.sita.pdd@polban.ac.id](mailto:amalia.sita.pdd@polban.ac.id), [jamalandy28@gmail.com](mailto:jamalandy28@gmail.com)  
Akademi Komunitas Negeri (AKN) Kajen  
Jl. Bahurekso No. 1 Kajen

## ABSTRACT

As the world's textile consumption and waste increases, biomaterials for biodegradable textiles are needed. One material that has the potential as textile biomaterials is the fermentation of *acetobacter xylinum* that forms bacterial cellulose. The process can be done on wastewater making media of cassava from Tambor village, Kajen, Pekalongan Regency. The aim of this research is to test the nature of nata de cassava material on variation of sample type with the addition of coconut water compared to goat skin and nata de coco, in some test of mechanical textile material quality such as tear strength, tensile strength and elongation to know the feasibility of nata material de cassava (NDCV) and nata de cassava addition of coconut water (NDCVCC) as textile material. Textile products from the material in the form of sling bag, wallet and sandals. The results of this research were NDCV (19.57 Kg / cm<sup>2</sup>) and NDCVCC (11,7 Kg / cm<sup>2</sup>) tensile strength, NDCV tear strength (4.42 Kg) and NDCVCC (4.65 Kg), and NDCV elongation (24,3%) and NDCVCC (45,2%). The data were tested statistically with T-test and showed the data with normal distribution and between variation no difference significantly. The conclusion obtained is that nata de cassava can be used as textile biomaterial with further research.

**Keywords:** nata de cassava, tear strength, tensile strength, elongation test

## PENDAHULUAN

Tekstil adalah material fleksibel yang dibuat dari polimer (alami atau sintetis) serat, yang dapat dibuat secara langsung dan diklasifikasikan dalam *nonwoven* atau *woven*. Konsumsi tekstil tiap tahunnya diperkirakan terus meningkat, karena sekitar 70% populasi didunia menggunakan pakaian jadi. Pada tahun 2010, US mengekspor hampir 100 juta Kg pakaian jadi untuk Amerika Tengah saja (*Textile Exchange*, 2012).

Dampak melonjaknya konsumsi tekstil yaitu sampah dari proses produksi atau konsumenter tekstil. Berdasarkan data *Environmental Protection Agency* (EPA), 13,1 juta ton sampah tekstil dibuang tiap tahunnya dan hanya 15% (2 juta ton) yang dapat diolah atau didaur ulang (*Ecouterre*, 2012).

Nilai tambah produk tekstil dengan sumber terbarukan diperlukan untuk bertahan dan bersaing tanpa

menggunakan potensi sebelumnya sebagai sumber bahan baku. Pengembangan sumber material tekstil baru dengan proses produksi yang efisien dan dampak lingkungan yang rendah bertujuan untuk menciptakan industri tekstil berbasis ramah lingkungan.

Inovasi material tekstil tersebut perlu dilakukan mengingat meningkatnya tuntutan pasar terhadap produk tekstil terutama *fashion* dan merupakan salah satu cara mengefisiensi biaya, menurunkan polusi, mengurangi konsumsi energi, serta menciptakan teknologi bersih yang dapat menekan emisi gas (Kementrian Perdagangan, 2014). Pemenuhan produk tekstil dengan daya saing yang tinggi di era global, memerlukan pengembangan di berbagai bidang diantaranya menerapkan IPTEK dan pemanfaatan sumber daya alam.

Saat ini, perkembangan serat sintetis sebagai bahan dasar pembuatan tekstil sangat diunggulkan karena sifat elastisitas, tahan kusut dan mudah diproduksi dalam jumlah banyak. Namun penggunaan bahan sintetis yang bersifat *non-biodegradable* akan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Produk tekstil yang bersifat *biodegradable* perlu dikembangkan sebagai langkah nyata dalam

menghadapi persaingan tekstil dunia, menambah nilai estetika dan sebagai material baru ramah lingkungan.

Umumnya tekstil dan produk tekstil menggunakan serat alam, serat sintetis dan campuran keduanya, namun dalam proses produksinya memerlukan waktu yang cukup lama, biaya tinggi serta tidak mudah diuraikan. Biomaterial yang berpotensi sebagai pengganti serat sintetis tersebut antara lain selulosa bakterial yang dibentuk oleh *acetobacter xylinum*. Proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri *acetobacter xylinum* dilakukan dengan penyusunan (polimerisasi) senyawa glukosa menjadi polisakarida yang dikenal dengan selulosa.

Penelitian ini akan mengkaji potensi biomaterial tekstil dengan memanfaatkan limbah cair. Media fermentasi (substrat) yang digunakan yaitu memanfaatkan limbah cair perasan umbi ketela pohon dari UKM pembuatan rengginang di daerah Tambor, Kajen, Kabupaten Pekalongan yang melimpah, mudah didapatkan dan berpotensi sebagai polutan akibat bau yang ditimbulkan. Limbah cair tersebut merupakan hasil pengendapan pati dan proses pemerasan ampas umbi ketela pohon. Usaha yang menggunakan bahan baku ketela pohon umumnya

menghasilkan produk samping sebesar 2/3 dari bahan mentahnya berupa bonggol, kulit dan ampas (Mayasti dan Ari, 2013). Selain limbah padat terdapat limbah cair hasil perasan yang memiliki kandungan serat, glukosa dan karbohidrat cukup tinggi (Pratomo, 2011). Oleh karena itu, limbah cair hasil perasan ketela pohon dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bakteri *acetobacterxylinum* yang disebut *nata de cassava*.

Beberapa peneliti telah membuktikan potensi limbah cair ketela pohon seperti industri tepung tapioka sebagai bahan fermentasi bakteri *Acetobacterxylinum* diantaranya E. Puspawiningtyas (2013) tentang kajian awal pemanfaatan limbah tepung tapioka, Putriana dan Aminah (2013) tentang mutu fisik, kadar serat dan sifat organoleptik *nata de cassava*, dan Naufalin dan Wibowo (2003) tentang pengaruh penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah.

Hasil fermentasi bakteri *Acetobacterxylinum* dalam berbagai media fermentasi telah diaplikasikan dalam berbagai bidang diantaranya sebagai bioplastik oleh Pratomo (2011), medis, industri kertas (Muhammad, et al., 2014) dan material tekstil dengan substrat air teh yang dilakukan oleh Lee

(2010). Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis material tekstil ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah cair hasil perasan umbi ketela pohon. Limbah tersebut digunakan sebagai substrat pertumbuhan bakteri dan dianalisa karakteristiknya sesuai dengan *end product* yang diinginkan yaitu material tekstil.

Pemanfaatan selulosa bakterial sebagai material tekstil telah dilakukan oleh Lee (2010) menggunakan media air teh namun belum dilakukan karakteristik fisik meliputi pengujian kekuatan material tekstil. Perbandingan yang digunakan sebagai standar yaitu kulit kambing dan lembaran *nata de cocoyang* telah kering karena memiliki penampakan fisik yang hampir sama dengan material dari hasil pengeringan *nata de cassava*.

Variasi metode yang dilakukan pada pembuatan biomaterial limbah cair perasan umbi ketela pohon yaitu terletak pada jenis media yang digunakan yaitu limbah cair dan campuran antara limbah cair dengan penambahan air kelapa. Kandungan yang berbeda pada limbah cair perasan umbi ketela pohon dengan air kelapa menyebabkan perbedaan ketebalan hasil fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Menurut S.S., Afreen & B, Lokeshappa (2014) terdapat perbedaan hasil

ketebalan fermentasi pada media air kelapa, air pepaya dan air melon. Ketebalan yang dihasilkan juga akan berpengaruh pada hasil uji karakteristik fisik secara mekanik diantaranya kekuatan tarik, kemuluran dan uji sobek.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dalam penelitian ini mengkaji tentang potensi selulosa mikrobial dari limbah cair perasan umbi ketela pohon sebagai material tekstil yang dievaluasi karakteristik mekanik secara fisika.

## METODOLOGI PENELITIAN

### BAHAN DAN METODE

Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu peremajaan starter bakteri *acetobacter xylinum*, pembuatan *nata de coco*, *nata de cassava* (NDCV), *nata de cassava* + air kelapa (NDCVCC) dan preparasi kulit kambing. Lembaran nata yang telah siap panen dikeringkan dibawah sinar matahari. Tahap selanjutnya perhitungan kadar air dan ketebalan. Pengujian dan evaluasi tekstil dilakukan di Bandung.

## HASIL

Sampel yang diperlukan dalam pengumpulan data diantaranya pembuatan *nata de cassava*, *nata de coco*, *nata de cassava* ditambahkan air

kelapa. Preparasi sampel kulit kambing dilakukan dengan proses pengeringan dan penghilangan bulu. Berdasarkan sampel yang telah dibuat, karakteristik secara visual tertera pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Karakteristik Visual Sampel Uji dan Standar**

Parameter	<i>Nata de cassava</i>	<i>Nata de cassava + air kelapa</i>	<i>Nata de coco</i>	Kulit kambing
Tingkat transparan	Transparan	Kurang transparan	Kurang transparan	Keruh / tidak transparan
Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat kekuningan
Bau	Berbau	Berbau	Berbau	Berbau
Tekstur	Agak kaku, tidak lengket	Lengket, lembek	Lengket, lembek	Kaku, tidak lengket

### ➤ Pengukuran Tebal Sampel Uji dan Standar

Pengukuran tebal sampel (NDCV dan NDCVCC) dilakukan ketika sampel telah berbentuk lembaran kering. Pengukuran tebal menggunakan alat micromater (0-25 x 0,01 mm) yang dilakukan pada pinggir (sisi lebar dan panjang) dan bagian tengah kulit kambing, *nata de coco*, *nata de cassava* dan *nata de cassava* dengan penambahan air kelapa. Pengukuran tebal sampel uji terdapat pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5 Pengukuran Tebal Sampel Uji**

Sampel	Bagian yang diukur ketebalan (mm)			Rata-rata pada tiap bagian (mm)	Rata-rata total (mm)
	Lebar	Panjang	Tengah		
NDCV	1,18	1,14	1,19	1,17	1,10
	1,11	1,10	1,16	1,12	
	1,00	1,04	1,02	1,02	
	1,31	1,33	1,29	1,31	
NDC	1,25	1,21	1,23	1,23	1,24
	1,21	1,20	1,19	1,20	

VCC	1342,1	132,891	9,09
-----	--------	---------	------

Pengukuran tebal sampel standar pada Tabel 4.6

**Tabel 4.6 Pengukuran Tebal Sampel Standar**

Standar	Bagian yang diukur ketebalan (mm)			Rata-rata pada tiap bagian (mm)	Rata-rata total (mm)
	Lebar	Panjang	Tengah		
Kulit kambing	0,58	0,51	0,5	0,53	0,53
NDCC	1,40	1,30	1,40	1,36	1,43
	1,29	1,27	1,22	1,26	
	1,73	1,70	1,66	1,697	

➤ **Perhitungan Kadar Air**

Kadar air yang terkandung pada *nata de coco*, *nata de cassava* dan *nata de cassava* dengan penambahan air kelapa dihitung dengan menimbang sampel dalam keadaan basah dan setelah dikeringkan menggunakan rumus *moisture regain* (MR) yaitu (berat basah – berat kering) dibagi berat kering. Perhitungan kadar air yang telah menguap terdapat pada Tabel 4.7

**Tabel 4.7 Perhitungan Moisture Regain (MR) NDCC, NDCV dan NDCVCC**

Sampel	Data			Kadar air rata-rata (%)
	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Kadar Air (%)	
NDCC	1312,8	129,676	9,12	8,83
	1232,6	131,418	8,37	
	1655,4	165,362	9,01	
NDCV	1150,2	123,246	8,33	8,10
	935,4	111,981	7,35	
	1164,4	120,905	8,63	
NDCVCC	1543,4	140,809	9,96	8,86
	1015,6	118,985	7,53	

➤ **Pengukuran Kekuatan Tarik, Uji Sobek dan Kemuluran**

Pengukuran kekuatan tarik dan sobek sampel dilakukan ketika sampel telah kering sempurna. Pengukuran kekuatan tarik, kekuatan sobek dan kemuluran sampel terdapat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Hasil Uji Kekuatan Tarik, Kekuatan Sobek, Kemuluran Kulit Kambing, NDCC, NDCV dan NDCVCC**

Kode Sampel	Kekuatan Tarik (Kg)		Kekuatan Sobek (Kg)		Kemuluran (mm)	
	Hasil Uji	Rata-rata	Hasil Uji	Rata-rata	Hasil Uji	Rata-rata
Kulit kambing (KK)	39.40	33.07	-	38,7	24,9	28,23
	35.12		38.43		31,8	
	24.68		38.98		28	
NDC	22.21	20.8	47.29	33.6	80,1	90,3
	21.47		23.64		92,1	
	18.72		30.05		98,7	
NDCV	22.61	19.57	4.32	4.42	30,6	24,3
	16.30		4.62		21,3	
	19.79		4.32		21,0	
NDCVCC	10.93	11.70	4.82	4.65	34,8	45,2
	11.57		4.82		47,4	
	12.61		4.32		53,4	

➤ **Tebal Sampel**

Pengukuran tebal sampel yang diukur di tiga bagian (panjang, lebar dan tengah) bertujuan untuk mengkondisikan variabel kontrol pada pengujian secara fisika (kekuatan tarik, kekuatan sobek dan kemuluran) sehingga tebal sampel basah NDCVCC, NDCV dan NDCC dikondisikan pada ±1 cm dengan volume media yang dimasukkan dalam nampan sebesar 1,5 L. Berdasarkan Soebrata, dkk (2011) ketebalan *nata de cassava* dan *nata de*

*coco* (S. S, Afreen, 2014) dikontrol pada ketebalan basah  $\pm 1$  cm. Namun ketebalan kulit kambing tidak bisa dikontrol karena dipengaruhi oleh komposisi kimia, umur, jenis kelamin dan jenis varietas sehingga hanya memiliki ketebalan 0,53 mm. Tebal nata ketika dipanen sangat bervariasi diakibatkan aktivitas bakteri pembentuk nata yang tidak seragam. Sehingga ketebalan lembaran nata kering berada diantara rentang 1,10– 1,43 mm.

Berdasarkan Tabel 4.5 ketebalan *nata de coco* [NDCC] lebih tebal dibandingkan *nata de cassava* [NDCV] maupun *nata de cassava* dengan penambahan air kelapa [NDCVCC]. Hal ini dikarenakan perbedaan kandungan mineral pada media fermentasi air kelapa dan limbah cair perasan umbi ketela pohon. Berdasarkan Tabel 2.1 menunjukkan bahwa kandungan mineral air kelapa lebih banyak dibandingkan dengan limbah cair perasan umbi ketela pohon sehingga hasil fermentasi pada air kelapa menghasilkan ketebalan nata yang maksimal (Masitoh, 2015). Ketebalan NDCV lebih rendah /tipis dibandingkan NDCVCC dan NDCC. Penambahan air kelapa pada media fermentasi bertujuan untuk melengkapi kandungan nutrisi maupun mineral pada media yang dibutuhkan

oleh bakteri *acetobacter xylinum*, agar fermentasi berjalan optimal, nata yang dihasilkan lebih tebal dan memiliki karakteristik yang lebih baik.

#### ➤ **Kadar Air**

Sampel *nata de coco*, *nata de cassava* dan *nata de cassava* penambahan air kelapa, yang telah kering dilakukan perhitungan kadar air yang telah hilang saat proses pengeringan dan tebal sampel yang diukur di tiga bagian (panjang, lebar dan tengah). Air yang mudah menguap akibat proses penjemuran merupakan air bebas. Namun material dengan penggunaan air kelapa yang telah dikeringkan masih memiliki sifat lengket dan lembek. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan air yang sulit menguap yaitu air berasosiasi dan air terikat. Air berasosiasi adalah air yang bergabung dengan zat-zat pada material sehingga pada proses pengeringan agak sukar menguap. Air terikat yaitu air yang terikat pada protein atau terikat pada struktur kristalin selulosa (Soeparno, 2001).

Berdasarkan Tabel 4.7 pada hasil pengukuran MR pada NDCV lebih rendah dibanding dengan NDCC maupun NDCVCC. Struktur nata yaitu  $C_6H_{12}O_5$  yang mengandung gugus hidroksil (-OH) dan menyebabkan nata mudah berikatan dengan air. Ikatan air

dengan gugus hidroksil (gugus polar) ini adalah ikatan hidrogen. Hal ini diperkuat oleh Kusnandar (2011) bahwa air dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (-OH) pada karbohidrat. Pengamatan visual menunjukkan sampel kering NDCC lebih terasa basah dan lengket saat dipegang dibandingkan NDCCV dan NDCV.

Oleh karena itu material NDCC dan NDCVCC dengan karakteristik lengket hingga agak lengket diakibatkan oleh kandungan air dan kadar glukosa yang digunakan dalam pembentukan selulosa. Kandungan glukosa pada air kelapa yang tinggi menyebabkan karakteristik material menjadi agak lengket. Hal tersebut tidak ditemukan dengan menggunakan media limbah cair perasan ketela pohon dan air teh yang disintesis dengan bakteri *acetobacter gluconacetobacter xylinus* (Scihouse, 2017).

NDCV memiliki MR terendah dikarenakan ketebalan sampel yang lebih rendah dan morfologi permukaan yang dimilikinya. Hasil *scanning electron microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa membran pada *nata de cassava* membentuk asimetri dan bertumpuk menjadi beberapa lapis. Struktur membran asimetris tersebut terdiri dari lapisan yang sangat

padat dan lapisan berpori. Pada membran tersebut perembesan terjadi pada lapisan yang memiliki ketahanan perpindahan massa yang besar (Soebrata, 2011).

#### ➤ **Kekuatan Tarik**

Menurut Anonimus (1985) kekuatan tarik minimal kulit kambing yang telah kering yaitu 600 Kg/cm<sup>2</sup>. Sampel standar yang digunakan masih dibawah minimal yaitu 28,23 %. Perbedaan ini dapat terjadi karena perubahan komposisi kimia kulit saat preparasi sampel dan penyimpanan. Penyimpanan dengan kelembaban tinggi dan kadar kandungan komposisi kimia menentukan kekuatan tarik yaitu protein fibrous menurun dan kadar air meningkat (Djojowidagdo, 1988). Kualitas kulit juga dipengaruhi oleh komposisi kimia kulit yang dipengaruhi faktor jenis kelamin, ras dan umur ternak.

Kekuatan tarik selulosa pada NDCC, NDCV hampir seragam, karena struktur penyusunnya memiliki bentuk kristalin. Berdasarkan hasil SEM terlihat untaian selulosa yang disebut dengan fibril dengan ukuran 50-60 nm. Fibril terikat melintang, lapisan bertumpuk dengan arah tidak beraturan (Halib & Amin, 2012). NDCVCC memiliki kekuatan tarik terendah karena memiliki

*moisture regain* tertinggi sehingga mempengaruhi kekuatan tariknya.

Berdasarkan (Halib, 2012) kekuatan tarik *nata de coco* sebesar 390.392 MPa atau 3.980,91 Kg/cm<sup>2</sup>. Perbedaan antara data hasil dengan referensi disebabkan oleh kondisi sampel pengujian yang tidak seragam. Selisih yang begitu jauh mungkin disebabkan oleh ketebalan sampel nata yang tidak diketahui berada pada rentang yang sesuai dengan kondisi pengujian atau tidak. Sehingga, jika data dibandingkan dengan referensi tersebut maka belum ada yang memenuhi standar dikarenakan ketebalan nata yang terbentuk tidak bisa rata dan homogen di seluruh permukaan.

Berdasarkan (Khanzari, 2013) selulosa sebagai serat alam dalam aplikasi tekstil memiliki kekuatan tarik minimum 0,12-0,33 N/mm<sup>2</sup> atau dikonversi dengan dikalikan 100/9,81 menjadi 1,2-3,23 Kg/cm<sup>2</sup>. Biomaterial yang diuji memiliki nilai di atas standar tersebut (NDCC sebesar 20,8 Kg/cm<sup>2</sup>, NDCV sebesar 20,8 Kg/cm<sup>2</sup>, dan NDCVCC sebesar 11,7 Kg/cm<sup>2</sup>) sehingga material bisa diaplikasikan dalam produk tekstil. Standar kekuatan tarik untuk aplikasi tekstil dengan kulit hewan yaitu 220 Kg/cm<sup>2</sup> (Kanagaraj, 2014). Hasil uji masih jauh dibawah standar karena pada referensi tersebut

kondisi pengujian telah dilakukan perlakuan penambahan garam sehingga mempengaruhi struktur kulit. Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik sehingga akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru.

#### ➤ **Kekuatan Sobek**

Kekuatan sobek kain yaitu kemampuan minimum dari kain untuk menahan beban maksimum yang mengenai material tersebut. Prinsip uji sobek yaitu material yang telah mengalami penyobekan awal kemudian disobek menggunakan pendulum pada jarak tertentu. Gaya sobek yang ditimbulkan oleh pendulum bergerak dalam bidang yang tegak lurus terhadap bidang contoh uji. Usaha untuk menyobek contoh uji diindikasikan dengan hilangnya energi potensial dari pendulum.

Alat untuk menguji kekuatan sobek yaitu *Elemendorf Tearing Tester*. Standar uji yang digunakan yaitu ASTM D 5587 yang mengadopsi dari uji kain sehingga kemungkinan hasil uji dipengaruhi oleh metode yang digunakan. Parameter dalam uji sobek yaitu:

1. Panjang sobek : panjang bagian contoh uji yang akan disobek
2. Kekuatan sobek : gaya impak rata-rata yang diperlukan untuk menyobek contoh uji yang telah diberi sobekan awal
3. Energi sobek : kerja yang dilakukan untuk menyobek contoh uji

Berdasarkan Tabel 4.8 perubahan kekuatan sobek terlihat perbedaannya antara sampel standar dengan sampel uji. Terdapat selisih yang tidak besar antara sampel uji yaitu 4,42 Kg pada NDCV dan 4,65 Kg pada NDCVCC, namun jika dibandingkan dengan sampel standar terdapat selisih yang besar yaitu kulit kambing sekitar 38,7 Kg dan NDCC 33,66 Kg. Pada NDCV dan NDCVCC perbedaan terjadi karena kandungan mineral yang membentuk jalinan mikrofibril lebih rapat, sedangkan pada kulit strukturnya berupa kolagen (hidroksi proline) hingga ke permukaan.

#### ➤ **Kemuluran**

Menurut Anonimus (1985) prosentase kemuluran minimal kulit kambing yang telah kering yaitu 35 %. Sampel standar kulit kambing yang digunakan masih dibawah minimal yaitu 28,23 %. Data kemuluran pada Tabel 4.3 dan 4.4 perlu dikalikan dengan 100% untuk memperoleh satuan %. Persentase kemuluran adalah persentase

pertambahan panjang material yang ditarik hingga sebelum putus. Hasil uji kemuluran menunjukkan NDCV (24,3 %) jauh lebih rendah daripada sampel standar NDCC sedangkan NDCVCC (45,2 %) berada pada rentang data standar NDCC dengan kulit kambing (28,23 %). Material yang kakuakan menyebabkan kemuluran rendah. Secara visual NDCV lebih kaku dibandingkan NDCVCC dan standar NDCC (90,3 %). Struktur NDCV merupakan material kuat dengan kristalinitas tinggi sehingga dapat menahan beban tinggi. Penambahan air kelapa dengan komposisi mineral yang lebih banyak menyebabkan ruang kosong pada struktur kristalinitas terisi (Amyreza, 2005).

Berdasarkan (Khanzari, 2013) selulosa sebagai serat alam dalam aplikasi tekstil memiliki kemuluran minimum 10-30 %. Sampel uji yaitu NDCV (24,3 %) dan NDCVCC (45,2 %) dapat digunakan untuk aplikasi tekstil karena telah masuk dalam rentang pada standar tersebut. Namun jika dibandingkan dengan standar aplikasi pada produk tekstil kulit sintetis sebesar 53% (Camry Catalog, Tanpa tahun) masih jauh berada dibawahnya. NDCC memiliki nilai mulur (90,3 %) diatas standar kulit sintetis sedangkan sampel uji masih dibawah standar. Sehingga

material uji belum dapat diaplikasikan sesuai dengan kulit sintesis.

➤ **Pengujian Statistika**

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui data hasil penelitian tersebut baik atau tidak berdasarkan nilai hasil uji yang dilakukan. Pada uji normalitas ada dua hasil yaitu kolmogorov-smirnov yang digunakan jika jumlah sampel uji >50 dan shapiro-wilk apabila jumlah sampel ≤50. Nilai ketelitian uji yang digunakan sebesar 95% sehingga data dinyatakan normal apabila nilai signifikan lebih besar dari 0,05. Jika nilai signifikan kurang dari 0,05 data dinyatakan tidak normal perlu dilakukan uji ulang.

Tingkat kepercayaan terhadap hipotesis menggunakan 0,05 yang diperoleh dari (100-95)%=5% (0,05). Pada penelitian ini dilakukan pada dua sampel uji maka dalam uji normalitas menggunakan nilai signifikan dari hasil shapiro-wilk dimana didapatkan nilai signifikan kekuatan tarik, kekuatan sobek dan kemuluran yang tertera pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Uji Normalitas**

Parameter	Sampel	Nilai signifikan
Kekuatan Tarik	NDCV	0,883
	NDCVCC	0,739
Kekuatan Sobek	NDCV	0,58
	NDCVCC	0,66
Kemuluran	NDCV	0,52
	NDCVC	0,612

Dari hasil tersebut semua data hasil uji dinyatakan normal sehingga dapat dilakukan uji-T. Uji-T merupakan salah satu tes statistic yang dipergunakan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis nol/nihil (Ho) yang menyatakan bahwa diantara dua buah mean sampel yang diambil secara random dari populasi yang sama tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Uji-T dilakukan untuk mengetahui beberapa hal diantaranya ada atau tidak perbedaan antara variabel atau sampel, menguji mean/rata-rata antara 2 variabel, menguji kebenaran Ho (hipotesa awal) yang menyatakan bahwa diantara 2 mean sampel diambil random dari populasi sama tidak terdapat perbedaan yang signifikan dan menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang berupa 2 rata-rata sampel).

Berdasarkan hasil uji-T terhadap kekuatan tarik didapatkan nilai sig. (2-tailed) 0,014 > 0,01, kekuatan sobek diperoleh nilai sig. (2-tailed) 0,291 > 0,01 dan kemuluran diperoleh nilai sig. (2-tailed) 0,30 > 0,01. Hasil tersebut menunjukkan bahwa, Ho diterima karena nilai signifikan lebih besar dari 0,01, dimana 0,01 merupakan nilai tingkat kepercayaan yang diambil yaitu 99%. Nilai signifikan 0,01 diperoleh dari (100-99)% = 1% (0,01). Tingkat

kepercayaan yang digunakan tidak ada ketentuan khusus dalam memilihnya.

Namun, makin besar prosentase yang digunakan maka data yang diinginkan makin valid atau prosentase kesalahan makin kecil.

Data hasil uji karakteristik fisik material diuji statistika dengan uji-T. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa data kekuatan tarik, kemuluran dan kekuatan sobek merupakan data dengan persebaran normal. Hasil uji-T menunjukkan semua data pengujian pada kekuatan tarik, kemuluran dan kekuatan sobek menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sampel *nata de casa* dengan perlakuan tanpa penambahan air kelapa [NDCV] dan dengan penambahan air kelapa [NDCVCC] sesuai pada Lampiran 2 dan 3.

### **Kesimpulan**

1. Kekuatan tarik NDCC, NDCV memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, karena struktur penyusunya memiliki bentuk kristalin. NDCVCC memiliki kekuatan tarik terendah karena adanya pengaruh *moisture regain* yang lebih tinggi daripada sampel yang lain. Sampel NDCV (20,8 Kg/cm<sup>2</sup>) dan NDCVCC (11,7 Kg/cm<sup>2</sup>) dapat digunakan sebagai

material tekstil dengan kekuatan tarik lebih batas minimum selulosa

untuk aplikasi tekstil (1,2-3,23 Kg/cm<sup>2</sup>). Semua sampel uji masih lebih rendah dibandingkan dengan kulit kambing hasil uji dan berdasarkan referensi.

2. Sampel NDCV (24,3 %) memiliki kemuluran yang lebih rendah dibandingkan dengan standard NDCVCC (45,2 %). Hal tersebut dikarenakan karakteristik material NDCV secara visual lebih kaku dibandingkan dengan NDCVCC. Berdasarkan standar serat selulosa pada produk tekstil, sampel uji biomaterial telah sesuai dengan batas minimal persen kemuluran yaitu 10-30 % sehingga dapat digunakan sebagai material tekstil.

3. Hasil uji kekuatan sobek menunjukkan perbedaan antara sampel standar dengan sampel uji. Terdapat selisih yang tidak besar antara sampel uji yaitu 4,47 Kg pada NDCV dan 4,42 Kg pada NDCVCC, namun jika dibandingkan dengan sampel standar terdapat selisih yang besar. Perbedaan terjadi karena kandungan mineral yang membentuk jalinan mikrofibril lebih rapat, sedangkan pada kulit strukturnya berupa kolagen (hidroksiprolin) hingga ke permukaan.

4. Dari beberapa uji yang dilakukan dalam penelitian ini *nata de cassava* bisa digunakan sebagai bio material tekstil tapi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengenai sifat bahan, nilai ekonominya, ketahanan terhadap serangan biologis maupun kimia dan sebagainya, untuk menyatakan bahwa *nata de cassava* benar- benar bisa dipakai sebagai bio material tekstil baru.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amyreza, 2015. Sifat Mekanik Material, (Online), (<https://metallurgistwannabe.wordpress.com/2015/07/27/sifat-mekanik-material-1/>), diakses 10 November 2017).
- Anonimus, 1985. *Standar Industri Indonesia*. Departemen Perindustrian. Yogyakarta.
- Camry Catalog. Tanpa Tahun. *Carviero Automotive Synthetic Leather*.
- De beukelar, F.L. 1978. *Preservation of Hides and Skins. In the chemistry and Technology of leather*. O , Flaherty, W.T. Roddy and R.M. Lollar. Robert E. Krieger publ co. Huntington, New york.
- Djojowidagdo, S. B. Wikantandi dan Suparno. 1988. *Pengaruh Beberapa Cara Pengawetan Kulit Mentah Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kemuluran Kulit Samak Jadi*. Laporan penelitian Lembaga penelitian UGM, Yogyakarta.
- Dzikron, A.M. 2014. *Aplikasi Chrome Recovery Dalam Industri Penyamakan Kulit*. (Makalah). Bandung: Fakultas Teknik Universitas islam bandung.
- E, Akponah. 2011. *Production of Ethanol From Cassava (Mannihot Esculenta) Waste Water Using Saccharomyces Cerevisiae and Escherichia Coli*. Nigerian of Journal of Microbiology, Vol. 25:2369-2378.
- Ecouterre. 2012. *Infographic: how many pounds of textiles do americans trash every year?*, (Online), (<http://www.ecouterre.com/infographic-how-many-pounds-of-textiles-do-americans-trash-every-year/>), diakses 13 April 2017.
- E. Puspawiningtyas. 2013. *Kajian Awal Pemanfaatan Limbah Tepung Tapioka Sebagai Substrat Pembuatan Nata*. Jurnal Techno, Vol 14 No 2.
- Feather, Heather. 2012. *Sewing101 - Fabric and Fiber Types*, (Online), (<http://www.feathersflights.com/2012/09/sewing101-fabric-and-fiber-types.html>), diakses 13 April 2017.
- Halib, Nadia & Amin Mohd. 2012. *Physicochemical Properties and Characterization of Nata de Coco Local Food Industries as A Source of Cellulose*. Sains Malaysiana 41 (2):205-211.

- Islam, Saeful & Sukardan, Danny. 2016. *Pemodelan dan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Kekuatan Sobek Kain Metoda Pendulum (Elemendorf)*. Arena Tekstil, Vol. 31, 1, 23-34.
- Kanagaraj, J. et al. 2014. *Evaluation of New Bacteriocin As A Potential Short-Term Preservative For Goat Skin*. American Journal of Microbiological Research, Vol. 2, No. 3:86-93.
- Kanagy, J. H. 1977. *Physical and Performance Properties of Leather. Capt 64 Vol IV: The Chemistry and Technology of Leather*. F O'flaherty. W. Roddy and R. M. Lollar eds Robert E. Kregen Publishing Co, Houtington, New York.
- Kementrian, Perdagangan. 2014. *Warta Ekspor Kerajinan Tekstil Indonesia*. Jakarta.
- Khazari, Rouzbeh Asadi. 2013. *Cellulose Tri Acetat*. (Online), (<https://www.slideshare.net/rouzbehasadikhansari/presentations>), diakses 9 November 2017.
- Kuryani, Tutus. 2014. *Pembuatan Biofilm Selulosa Asetat dari Selulosa Mikrobial Nata de Cassava*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kusnandar, F. 2011. *Kimia Pangan Komponen Makro*. IAIN: Jakarta.
- Lee, Suzana. 2010. Suzana Lee: *Biocouture Growing Textiles*, (Online), (<http://www.designboom.com/design/suzanne-lee-biocouture-growing-textiles/>), diakses 12 April 2017.
- Litbang. 2011. *Pemanfaatan Limbah Cair Produksi Pati Cassava Sebagai Substrat Pembuatan Nata de Cassava*. Agroinovasi Edisi 18-24 Mei. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Masitoh, Siwi Dewi, 2005. *Analisis Nata Dari Berbagai Bahan Baku Dengan Penambahn Gula Kelapa*. Skripsi. FKIP MIPA. Malang.
- Mayasti, Nur Kartika Indah & Ari, Darmawan. 2013. *Pemanfaatan Ampas Basah Tapioka Sebagai Media Fermentasi Dalam Pembuatan Nata de Cassava*. LIPI: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna.
- Mohammad, S. M, et al. 2014. *An Overview of Biocellulose Production Using Acetobacter Xylinum Culture*. Biological research 8 (6):307-313.
- Nakaigato, A., N., Iwamoto, S., Yano, H. 2005. *Bacterial Cellulose: the ultimate nano-scalar cellulose morphology for the production of high-strength composites*, Appied Physics A 2005:93-97.
- Naufalin, Rifda & Wibowo, Condro. 2003. *Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Ekstrak Kecambah Pada Kualitas Nata de Cassava*. Jurnal LPPM Universitas Jendral Soedirman. Vol 3, No.1.
- Nayudamma, J. 1978. *Shrinkage Phenomena*. Kregen Publishing Co, Houtington, New York
- Pambayun, R. 2002. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Yogyakarta: Kanisius.

- Prades, Alexia, et al. 2011. *Coconut Water Uses, Composition and Properties: A Review*. Fruits Journal, Vol. 67,p, 87-107.
- Pratomo, Heru & Rohaeti, Eli.2011. *Bioplastik Nata de Cassava Sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan*. Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 16, 2.
- Putriana, Indah & Aminah, Siti. 2013. *Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de Cassava Berdasarkan Lama Fermentasi*. Jurnal Pangan dan Gizi. Vol. 4, No.7.
- Rohaeti, Eli, et al. 2017. *Characterization and The Activity Of Bacterial Cellulose Prepared From Rice Waste Water by Addition With Glycerol and Chitosan*. Arpnjournals, Vol. 12, 8.
- S. S, Afreen & B, Lokeshappa. 2014. *The International Journal Of Science & Technoledge*, Vol 2: 57-64.
- Sakidjo, M. S. 1989. *Kimia Pangan*. Jakarta:Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral.
- Scihouse, 2017. *Turning Kombucha Scoby Into Leather*. (Online), (<https://www.youtube.com/watch?v=i0oVlns4Noo>), diakses 9 November 2017).
- Soebrata, dkk. 2011. *Study of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Scanning Electron Microscope of Cellulose Acetat Membran From Wastewater of Trapioca*. ISES.
- Soeparno, Indratiningsih, Suharjo Triatmojo, Rihastuti. 2001. *Dasar teknologi Hasil Ternak. Jurusan Tekhnologi Hasil Ternak*. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suprapti, L. 2002. *Tepung Kasava Pembuatan Dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suprapti, L. 2005. *Teknologi Pengolahan Pangan Tepung Tapioka dan Pemanfaatannya*. PT Gramedia Pustaka: Jakarta.
- Sutarminingsih L. 2004. *Peluang Usaha Nata de Coco*. Agromedia Pustaka: Tangerang.
- Textile Exchange. 2012. *Topic: Textile and product waste*. (Online).(<https://www.purewaste.org/media/pdf/textile-product-waste-fast-facts.pdf>), diakses 15 April 2017.
- The RISE Research Institute of Sweden. 2015. *Roadmap 2015 to 2025 Textile Materials From Cellulose*. .Swedia:Swerea and Swedish ICT.
- Yuliani, G., Anwar, B., & Radiman, C. L. 2010. *Preparasi Material Membran Selulosa Asetat dari Biopolimer Selulosa*.(Online), ([http://perpustakaan.upi.edu/artikel/administrasi/upload/galuh\\_yuliani\\_fpmipa\\_h.pekerti\\_lajutan.pdf](http://perpustakaan.upi.edu/artikel/administrasi/upload/galuh_yuliani_fpmipa_h.pekerti_lajutan.pdf)), diakses 20 Februari 2011.