



## **Biodegradable Wet Wipes dari Sabut Kelapa Sawit (*Palm Fiber*) dengan Ekstrak Flavonoid Daun Kelapa Sawit Sebagai Bahan Antibakteri**

**Fadilah<sup>1\*</sup>, Divanda Sekar Rahayu Ningtyas<sup>1</sup>, Audrey Vista Candra Dewi<sup>1</sup>, Anita Budi Krisnawati<sup>1</sup>, dan Reyza Fachrezy Putra<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia 57126

\*E-mail: fadilah@staff.uns.ac.id

### **Abstract**

*The wet tissue currently circulating in the market is made of synthetic fibers consisting of 30% viscose fibers and 70% polyester fibers, and 90% of the wet tissue contains plastic. Indonesia's palm oil industry grows annually, however. Palm fiber waste has high cellulose, useful as wet tissue raw material substitute. This study used flavonoids from palm leaves as an antibacterial material to create biodegradable wet wipes from palm fiber and evaluate their antibacterial and antiseptic effectiveness. The best characteristics of biodegradable wet wipes are obtained with a composition of 91.5% (w/w) palm coconut fiber cellulose, and a ratio (w/w) of PVA:tapioca:chitosan at every 10 mL of used VCO of 2:3:6 (1.5%:2.25%:4.5%) with variations in pulp bleaching and the method of applying the binder solution by being spread onto semi-dry tissue paper. The evaluation of wet tissue includes tests for tensile strength, color, biodegradability, phytochemical analysis, antibacterial testing, antiseptic testing, irritation testing, and pH testing. The test results showed that biodegradable wet wipes made of palm coconut fiber and flavonoid extract from palm coconut leaf at concentrations of 10%, 15%, and 20%, which have been adjusted to SNI 8526:2018 standard, have bacterial reduction effectiveness of 68.09%, 79.06%, and 89.94%, respectively.*

**Keywords:** *Palm Fiber; wet wipes; biodegradable; antibacterial; oil palm leaves*

### **Pendahuluan**

Tisu basah merupakan alat sanitasi yang berfungsi untuk desinfeksi, pembersihan, dan antibakteri. Penggunaan tisu basah mengalami peningkatan sejak awal Covid-19 hingga masa new normal. Tisu basah yang beredar saat ini terbuat dari serat sintesis berupa serat viscose 30%, serat poliester 70%, dan mengandung plastik hampir 90%. Pemakaian yang cenderung satu kali, dapat menimbulkan masalah lingkungan karena kandungan serat poliester yang sulit terurai (Zhang, 2021).

Salah satu alternatif biopolimer adalah selulosa. Selulosa adalah biopolimer alami terbarukan, dapat terurai secara hayati, dan tidak beracun. Selulosa merupakan elemen penting dalam proses pulping. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam pulp maka semakin baik kualitas pulp yang akan dihasilkan (Bahri, 2015). Di sisi lain, produk ekspor minyak sawit Indonesia terus berkembang setiap tahunnya. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata pertumbuhan industri kelapa sawit sebesar 7,67% antara tahun 2004 dan 2014, sedangkan produksi kelapa sawit tumbuh 11,09% rata-rata per tahun. Luas areal kelapa sawit mencapai 10,9 juta hektar dan produksi CPO mencapai 29,3 juta ton pada tahun 2014. Produksi yang meningkat juga diiringi limbah produksi industri kelapa sawit. Sabut kelapa sawit merupakan salah satu produk samping terbesar dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit. Sabut kelapa sawit mengandung selulosa 42,5% - 65%, lignin 13,2% - 25,31%, hemiselulosa 17,1% - 33,5%, dan holoselulosa 68,3% - 86,3% (Rahmasita, 2020). Bagian lain pohon kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan adalah daun. Daun kelapa sawit mengandung senyawa aktif seperti tanin, alkaloid, dan saponin yang berperan sebagai antibakteri aktif (sitasi). Dengan kandungan bahan aktif ini dapat dijadikan bahan alternatif antibakteri pada tisu basah.

Penelitian ini bertujuan membuat *biodegradable wet wipes* dari sabut kelapa sawit (*palm fiber*) dengan ekstrak daun kelapa sawit sebagai antibakteri. Proses pembuatan tisu basah terdiri dari *drying*, penghalusan, delignifikasi, *bleaching*, *sheeting*. Proses delignifikasi berfungsi melarutkan kandungan lignin sehingga serat-seratnya mudah terbentuk. Sedangkan, pada ekstrak daun kelapa sawit akan diambil kandungan flavonoid sebagai antibakteri. Ekstrak daun kelapa sawit menggunakan metode maserasi dan digunakan alat *rotary evaporator*. *Rotary evaporator* merupakan alat skala laboratorium untuk memisahkan etanol dan ekstrak sawit sesuai perbedaan titik didihnya. Tekanan pada *rotary evaporator* dapat diatur dan penyebaran panasnya dapat terjadi secara merata.

### **Metode Penelitian**



## I. Preparasi bahan dan alat:

- a. Bahan:  
Bahan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain sabut kelapa sawit (*palm fiber*), daun kelapa sawit, aquades ( $H_2O$ ), natrium hidroksida ( $NaOH$ ), hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), polivinil alkohol (PVA), *Virgin Coconut Oil* (VCO), kitosan ( $(C_6H_{11}NO_4)_n$ ), tepung tapioka ( $C_6H_{10}O_5$ ), dan etanol 96% ( $C_2H_5OH$ ).
- b. Alat:  
*Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *rotary evaporator*, *water bath*, pipet tetes, hot plate, kompor listrik, blender laboratorium, kertas pH, baterai, beaker glass, mixer, bucket, filter 200 mesh, oven, *shaker incubator*, cawan porselen, pH meter, tabung reaksi, mesin *strengthen test*, erlenmeyer, gelas ukur, gelas arloji, botol timbang, neraca/timbangan, dan *screen*.

## II. Proses Pembuatan Lembaran Tisu Basah:

- a. Pengeringan  
Sabut kelapa sawit berbentuk serat halus dan masih memiliki berat kandungan air hingga 11% di dalamnya, sehingga perlu dikeringkan di bawah terik matahari selama 1,5 jam.
- b. Penghalusan  
Sabut kelapa sawit yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan menggunakan blender sehingga menjadi bubuk halus, lalu diayak.
- c. Pemasakan pulp dan pemutihan  
Sabut kelapa sawit yang telah dihaluskan akan dicampurkan dengan  $NaOH$  0,1 N sebanyak 1,5 L dan digester dioperasikan selama 1 jam pada suhu  $121\text{ }^{\circ}C$ . Selanjutnya proses *bleaching* atau pemutihan. Proses ini menggunakan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 50% sebanyak 1 L dan dipanaskan pada suhu  $60-70\text{ }^{\circ}C$  selama 60 menit. Hasil selulosa kemudian akan disaring dan dicuci dengan aquades hingga pH netral, lalu dikeringkan pada oven pada suhu  $100\text{ }^{\circ}C$  hingga berat konstan dan dihaluskan menggunakan blender.
- d. *Sheeting*  
Pulp dimasak menggunakan kompor pemanasan hingga suhu  $70\text{ }^{\circ}C$ . Sembari dimasak, tapioka ditambahkan sedikit demi sedikit untuk menghindari terjadinya gumpalan. Setelah campuran pulp dan tapioka menyatu, selanjutnya membuat larutan binder untuk merekatkan selulosa pada tahap *sheeting*. Larutan binder dibuat dengan memanaskan aquades hingga suhu  $70\text{ }^{\circ}C$  lalu menambahkan PVA, kitosan, dan VCO. Seluruh bahan tersebut ditambahkan secara perlahan untuk menghindari terjadinya penggumpalan pada larutan binder. Campuran pulp dan tapioka tadi dituangkan pada bak berisi 4 L air, lalu dicetak dan dikeringkan. Tambahkan larutan binder dengan cara menuangkannya pada cetakan kertas tisu, lalu dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu  $100\text{ }^{\circ}C$ . Hasil akhir berupa kertas tisu berbahan selulosa dari sabut kelapa sawit. Berikut merupakan tabel komposisi untuk setiap variasi sampel yang dibuat :

Tabel 1. Variasi Komposisi Sampel

Sampel	Sabut (g)	Variasi Sabut	Tapioka (gr)	Kitosan (gr)	Bahan pendukung
1	150	<i>Bleaching</i>	-	-	Talk 225 gr
2	35	<i>Bleaching</i>	225	-	-
3	150	<i>Bleaching</i>	112.5	-	-
4	30	<i>Bleaching</i>	25	-	-
5	30	<i>Bleaching</i>	-	3	-
6	30	<i>Bleaching</i>	-	0.5	-
7	60	<i>Bleaching</i>	1.5	3	-
8	60	<i>Bleaching</i>	1.5	3	Limbah kertas 20 gram
9	60	<i>Unbleaching</i>	3	6	-

## III. Pembuatan Ekstrak

Daun kelapa sawit dihaluskan dengan blender, lalu serbuk daun kelapa sawit ditimbang sebanyak 200 gram. Pembuatan ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dengan menggunakan metode maserasi. Daun kelapa sawit tersebut direndam dalam 1,5 L larutan etanol 96%, ditutup dan dibiarkan selama 4 hari. Filtrat disaring dan ampasnya dimaserasi sekali lagi, lalu filtratnya disaring lagi dan dicampur dengan filtrat awal. Setelah itu, filtrat dikentalkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu  $75\text{ }^{\circ}C$  selama 30 menit, langkah ini diulangi sebanyak 4 kali.

## IV. Pembuatan Tisu Basah (*Wet Wipes*)

Pembuatan *Wet Wipes* dilakukan dengan mencelupkan ke dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit sampai menyerap seluruhnya.

## V. Pengujian pada Lembar Tisu Kering dari Sabut Kelapa Sawit (*Palm Fiber*)

### V.1. Uji Kadar Selulosa dan Analisis Kualitatif FTIR

Pulp dimasukkan ke oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian pulp ditimbang sebanyak 3 gram dan dicampurkan dengan 15 mL NaOH 17,5% dan dimaserasi 1 menit, setelah itu didiamkan selama 3 menit. Kemudian menambahkan lagi larutan NaOH 17,5% sebanyak 3x10 mL ke dalam campuran pulp, dengan rentang waktu 2,5 ; 5 ; dan 7,5 menit, lalu dibiarkan selama 30 menit. Setelah itu menambahkan 100 mL air dan didiamkan selama 30 menit. Lalu menambahkan air sebanyak 100 mL dan didiamkan selama 30 menit setelah itu disaring. Selanjutnya endapan dicuci dengan air 5 x 50 mL, kemudian dipindahkan ke wadah lain dan dicuci lagi dengan air sebanyak 100 mL lalu ditambahkan 2 N asam asetat 100 mL dan diaduk selama 5 menit, kemudian dicuci hingga pH netral. Selanjutnya endapan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C (Dewanti, 2018).

Analisis kualitatif kandungan selulosa menggunakan metode FTIR. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa. Langkah analisis FTIR yaitu sampel uji dikontakkan dengan sinar inframerah (IR), kemudian akan terjadi getaran atom molekul dan menghasilkan penyerapan dan transmisi energi secara spesifik (Nandiyanto et al., 2019).

### V.2. Uji Analisis Morfologi Serat Menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Sampel uji SEM terdapat dua variasi yaitu *bleaching* dan *unbleaching*. Sampel dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Kemudian ditembakkan dengan elektron dengan energi yang tinggi secara kontinyu di dalam electromagnetic coil yang dihubungkan dengan Cathode Ray Tube (CRT) sehingga dihasilkan suatu informasi mengenai keadaan permukaan suatu sampel senyawa (Hendrawati et al., 2017). Uji SEM ini dilakukan dengan empat perbesaran yaitu 50 kali, 250 kali, 500 kali, dan 1000 kali. Uji SEM berfungsi untuk mengetahui struktur permukaan serat selulosa.

### V.3. Uji Daya Tarik

Daya tarik tissue dilakukan dengan mengontakkan gaya pada sebagian atau seluruh permukaan kertas tisu (Syam, 2019). Uji daya tarik ini menggunakan alat *Tearing Strength Test* atau *MDS Machine* yang terdapat di Laboratorium Universitas Sebelas Maret (Alfathy, 2017).

### V.4. Uji Warna

Uji warna pada kertas tisu dilakukan dengan merendam kertas tisu di dalam akuades selama 60 menit, 70 menit, 80 menit, dan 90 menit kemudian mengamati perubahan warna yang terjadi (Lestari, 2014).

### V.6. Uji Keteruraian Terhadap Lingkungan (*Biodegradable*)

Uji keteruraian terhadap lingkungan atau *biodegradable* dilakukan dengan memendam kertas tisu di dalam tanah sedalam 30 cm dengan variasi waktu pemendaman yaitu 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari. Sebelum dipendam, kertas tisu akan ditimbang terlebih dahulu beratnya. Sampel uji yang telah dipendam dalam variasi waktu tertentu kemudian akan ditimbang kembali beratnya untuk menghitung persentase kehilangan berat, dengan rumus :

$$\% \text{kehilangan berat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Dimana,  $w_1$  = Berat plastik sebelum diuji biodegradasi

$w_2$  = Berat plastik setelah diuji biodegradasi

(Rodrigues et al, 2020)

## VI. Pengujian pada Zat Antibakteri

### VI.1. Uji Kandungan

#### VI.1.1. Uji Fitokimia Kualitatif

##### a. Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 1-2 mL dan menambahkan dengan serbuk Mg, HCl 2 N dan etanol sebanyak 4 – 5 tetes, lalu diaduk hingga terjadi perubahan warna merah, kuning atau jingga yang menunjukkan bahwa sampel positif flavonoid.

##### b. Uji Alkaloid

Uji alkonoid dilakukan dengan mengambil filtrat ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dan memasukkannya ke dalam tiga tabung reaksi. Masing-masing tabung akan ditetesi dengan pereaksi Wagner dan pereaksi Dragendorff sebanyak 4 – 5 tetes. Kemudian mengamati perubahan warna dan terbentuknya endapan berwarna kuning-merah lembayung dan jingga yang menunjukkan sampel positif mengandung alkaloid.

##### c. Uji Tanin

Uji tanin dilakukan dengan mengambil filtrat fraksi etil asetat ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dan ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  beberapa tetes. Kemudian mengamati perubahan warna menjadi hijau kehitaman yang menunjukkan sampel positif mengandung tanin.

**d. Uji Saponin**

Uji saponin dilakukan dengan mengambil 1 ml fraksi etil asetat ekstrak flavonoid daun kelapa sawit. Setelah itu menambahkan air kemudian dikocok selama 10 menit. Kemudian mengamati sampel hingga muncul buih stabil yang menunjukkan sampel positif mengandung saponin.

**VI.1.2. Uji Fitokimia Kuantitatif**

Uji fitokimia kuantitatif dilakukan dengan mengambil sari serbuk ekstrak flavonoid daun kelapa sawit sebanyak 0,5 g atau 10 mL sampel cairan, dengan 10 mL metanol, menggunakan alat pendingin balik selama 10 menit. Kemudian campuran tersebut disaring dan filtratnya diencerkan dengan 10 mL air. Setelah dingin kemudian menambahkan 5 mL eter minyak tanah, dan dikocok kemudian didiamkan. Setelah itu, mengambil lapisan methanol, dan diuapkan pada suhu  $40^\circ\text{C}$ . Selanjutnya sisa larutan dicampurkan dengan 5 mL etil asetat dan disaring, lalu diuapkan hingga kering. Menambahkan serbuk halus asam borat dan oksalat kemudian dipanaskan secara perlahan. Mencampurkan larutan yang diperoleh dengan 10 mL eter dan mengamati menggunakan sinar UV 420 nm, jika larutan berfluoresensi kuning intensif, menunjukkan adanya flavonoid.

**VI.2. Uji Aktivitas Antibakteri**

**a. Pembuatan Ekstrak**

Sebanyak 2 kg serbuk daun kelapa sawit direndam dengan 15 L larutan etanol 96%, ditutup rapat dan didiamkan selama 4 hari. Filtrat kemudian disaring dan dikentalkan menggunakan rotary evaporator.

**b. Pembuatan Fraksi**

Sebanyak 10 gram ekstrak kental flavonoid daun kelapa sawit dilarutkan dalam etanol-air (1:1 v/v) sebanyak 100 mL, kemudian dipartisi dengan menggunakan 100 mL n-heksan hingga terbentuk 2 lapisan. Kemudian mengambil fase etanol-air menggunakan kloroform, dan dipartisi kembali menggunakan etil asetat. Fraksinasi tiap pelarut diulang tiga kali dengan volume pelarut dan fase etanol air seimbang. Fraksi yang terbentuk kemudian dikentalkan dengan rotary evaporator dan diuapkan dengan waterbath hingga diperoleh fraksi yang kental.

**c. Pembuatan Media**

Media dalam kemasan akan dilarutkan dengan aquades dan dipanaskan sesuai dengan instruksi pada masing-masing kemasan.

**d. Pembuatan Seri Konsentrasi**

Seri konsentrasi ekstrak flavonoid divariasikan menjadi tiga, yaitu 10%, 13%, dan 15% sedangkan untuk fraksi dari ekstrak flavonoid dibuat konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Kemudian masing-masing konsentrasi dalam etanol 96% sampai 1 mL.

**e. Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Kirby Bauer**

Sebanyak 200  $\mu\text{L}$  suspensi bakteri diambil dan ditaruh dalam media MH (20 mL), dan diratakan pada spreader glass steril. Masing-masing seri konsentrasi diambil sebanyak 15  $\mu\text{L}$  dan diteteskan pada disk kosong 6 mm. kemudian didiamkan selama 15 menit dan diletakkan pada media MH yang telah diinokulasi bakteri beserta kontrol positif berupa disk kloramfenikol untuk E.coli dan fosfomycin untuk P.aeruginosa. petri kemudian diinkubasi selama 18-24 jam dengan temperatur  $37^\circ\text{C}$ . Lalu mengukur diameter bakteri dengan penggaris (Saputri, 2014).

**VI.3. Pengujian pada Tisu Basah (*Wet Wipes*) dari Sabut Kelapa Sawit (*Palm Fibre*)**

**VI.3.1. Uji Iritasi**

Uji iritasi dilakukan dengan menempelkan tissu basah di bawah telinga pada 4 orang sukarelawan selama 2 jam. Sukarelawan yang digunakan memiliki rentang usia 18 – 25 tahun (Ali, 2013).

**VI.3.2. Uji pH**

pH meter diuji dengan 2 cara yaitu cara digital dan cara konvensional menggunakan kertas pH. Pengujian pH dengan metode digital menggunakan pH meter yang sudah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7 dan buffer basa hingga harga pH dari sampel tertera pada alat uji. pH meter akan dimasukkan kedalam larutan ekstrak flavonoid dan tissu basah yang akan diuji setelah itu angka pH

akan terlihat pada skala angka. Pengujian dengan kertas pH dilakukan dengan mengoleskan tisu yang telah dibasahi oleh larutan ekstrak flavonoid pada kertas pH hingga terjadi perubahan warna sesuai dengan parameter pH (Ali, 2013)

### VI.1.3. Uji Antiseptik

Uji antiseptik dilakukan dengan cara mempersiapkan suspensi dan pengenceran sampel. Setelah itu, sampel diambil dengan swab pada telapak tangan menggunakan lidi dan kapas steril yang sebelumnya telah dibasahi dengan NaCl fisiologis. Tahap selanjutnya yaitu inokulasi dan inkubasi sampel. Suspensi sampel yang telah diambil dari masing masing pengenceran diinokulasi sebanyak 1 ml ke dalam media nutrient agar yang dicairkan, kemudian setelah media memadat diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. kemudian angka kuman dihitung berdasar pada ketentuan perhitungan standard plate count (Susanti, 2017).

## Hasil dan Pembahasan

Pulp hasil proses *delignifikasi* berwarna coklat dan bertekstur lembut. Pulp ini kemudian diputihkan dalam proses *bleaching* untuk menghasilkan selulosa putih. Dua variasi konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> digunakan dalam proses pemutihan pulp dan didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 2.** Variasi Konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

No	Sabut Kelapa Sawit	Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)	Volume H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (L)	Pengulangan	Hasil
1.	150 gram	10%	1	4 kali	Kecoklatan
2.	150 gram	50%	0,25	3 kali	Putih

Kadar  $\alpha$  selulosa =

$$\text{Kadar } \alpha \text{ selulosa} = \frac{\text{Berat endapan selulosa}}{\text{Berat sampel}} \times 100$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh kadar  $\alpha$ -selulosa sebesar 87,3%. Dari persen yield selulosa yang didapat, potensi selulosa dari sabut kelapa sawit (palm fiber) yang dapat dimanfaatkan untuk wet wipes dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Potensi selulosa (ton) = produksi kelapa sawit (ton) x %Palm Fiber x %selulosa x yield selulosa

Berdasarkan perhitungan teoritis massa bahan, dalam 1 ton Tandan Buah Segar (TBS) akan menghasilkan limbah sabut kelapa sawit (palm fiber) sebesar 14,4% dan total produksi kelapa sawit sebesar 31.070.000 ton.

Total sabut kelapa sawit (palm fiber) per tahun

$$= 14,4\% \times 31.070.000 \text{ ton} = 4.474.080 \text{ ton}$$

Sabut kelapa sawit (palm fiber) yang sudah dimanfaatkan sebesar 10%

$$= 10\% \times 4.474.080 \text{ ton} = 447.408 \text{ ton}$$

Total sabut kelapa sawit (palm fiber) yang menjadi limbah

$$= 4.474.080 - 447.408 \text{ ton} = 4.026.672 \text{ ton}$$

Potensi selulosa teoritis dengan kandungan 65% dari sabut kelapa sawit (palm fiber)

$$= 65\% \times 4.026.672 \text{ ton} = 2.617.337 \text{ ton}$$

Total potensi selulosa (ton)

$$= 87,3\% \times 2.617.337 \text{ ton} = 2.284.935 \text{ ton}$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh potensi selulosa sebesar 2.284.935 ton

**Tabel 3.** Identifikasi Gugus Fungsi Hasil FTIR

Panjang Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi	Rentang Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Senyawa		
			Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
1250	-O-CH <sub>3</sub>	1440 - 1330			V
900	C=C	960 - 980			V
2850, 2910	C-H alifatik	3000 - 2692	V	V	V
3340	O-H	3550 - 3200	V	V	V





**Gambar 2.** Sampel Hasil Percobaan dari Metode *Sheeting* dengan Variasi Komposisi dan Pemberian Larutan Binder: (A) Sampel 1; (B) Sampel 2; (C) Sampel 3; (D) Sampel 4; (E) Sampel 5; (F) Sampel 6; (G) Sampel 7; (H) Sampel 8; (I) Sampel 9.

Metode pemberian larutan binder juga mempengaruhi hasil akhir kertas tisu. Di bawah ini adalah beberapa percobaan cara pemberian larutan binder dan hasilnya pada kertas tisu.

**Tabel 4.** Metode Pemberian Larutan Binder dan Hasil dari Kertas Tisu

Sampel	Metode Pemberian Larutan Binder	Hasil Kertas Tisu
1	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa tidak bisa terikat, rapuh, tekstur kasar, mudah terurai jika terkena air, tidak bisa menyerap
2	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa terlalu menyebar, basis berbentuk seperti gel, kertas bertekstur kaku, tekstur kasar, mudah terurai jika terkena air, tidak bisa menyerap
3	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa masih terlalu menyebar, kertas kaku, tekstur kasar, mudah terurai jika terkena air, tidak bisa menyerap
4	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa sudah mulai terikat, kertas lebih kaku, tekstur lebih halus, mudah terurai jika terkena air, sulit menyerap bahan antibakteri
5	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa sudah mulai terikat, kertas lebih lentur, tekstur lebih halus, mudah terurai jika terkena air, sulit menyerap antibakteri
6	Dimasak bersama dengan pulp	Selulosa terikat, kertas lebih lentur, tekstur lebih halus, mudah terurai jika terkena air, cukup bisa menyerap antibakteri
7	Dioleskan pada kertas tisu setengah kering	Selulosa terikat, kertas lentur, tekstur halus, lebih kuat jika terkena air, dapat menyerap bahan antibakteri
8	Dioleskan pada kertas tisu setengah kering	Selulosa terikat, kertas lentur, tekstur tidak lebih halus dari sampel 7, kuat jika terkena air, dapat menyerap bahan antibakteri
9	Dioleskan pada kertas tisu setengah kering	Selulosa tidak dapat terikat, rapuh, tekstur kasar, mudah menyerap air, tidak dapat menyerap bahan antibakteri

Di antara sembilan sampel, komposisi larutan pengikat dan metode pemberian larutan binder yang menghasilkan kertas tisu terbaik adalah sampel ke-7 yang memiliki komposisi 91,5% (w/w) selulosa sabut kelapa sawit, dan perbandingan (w/w) antara PVA, tapioka dan kitosan pada setiap 10 mL VCO yang digunakan adalah 2:3:6 (1,5% : 2,25% : 4,5%) dengan variasi pulp *bleaching* serta metode pemberian larutan binder dengan cara dioleskan pada kertas tisu setengah kering. Didapatkan produk tisu dengan sifat selulosa terikat, kertas lentur, tekstur halus, lebih kuat jika terkena air, dapat menyerap bahan antibakteri, dengan nilai gramatur sebesar 50 gr/m<sup>2</sup>.

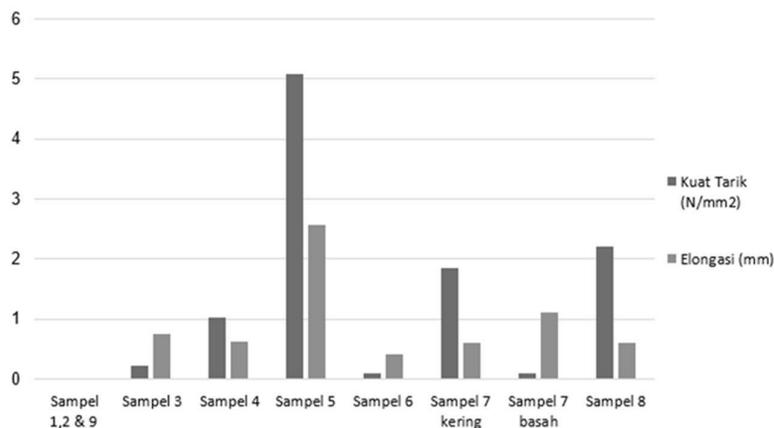
Sampel kertas tisu ke-7 dengan kriteria terbaik dilakukan pengujian warna dengan cara direndam dalam akuades selama 60, 70, 80 dan 90 menit.

**Tabel 5.** Hasil Uji Warna Kertas Tisu

Waktu (menit)	Lampiran Hasil Uji Warna	Keterangan
60		Tidak Ada Perubahan Warna

70		Tidak Ada Perubahan Warna
80		Tidak Ada Perubahan Warna
90		Tidak Ada Perubahan Warna

Pengujian kekuatan tarik kertas tisu dilakukan dengan alat *Tearing Strength Test* atau *MDS Machine*. Uji dilakukan dengan membuat sampel uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran setiap sampel uji 1 x 10 cm.



Gambar 3. Grafik Kuat Tarik dan Elongasi

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tarik

No.	Nama Sampel	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Elongasi (mm <sup>2</sup> )
1.	Sampel 1	0	0
2.	Sampel 2	0	0
3.	Sampel 3	0,223	0,754
4.	Sampel 4	1,027	0,614
5.	Sampel 5	5,086	2,565
6.	Sampel 6	0,090	0,415
7.	Sampel 7 kering	1,839	0,593
8.	Sampel 7 basah	0,105	1,118
9.	Sampel 8	2,207	0,591
10.	Sampel 9	0	0

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada kekuatan tarik dan panjang elongasi. Elongasi adalah perubahan panjang maksimum membran sebelum pecah. Uji tarik dilakukan dengan membandingkan pertambahan panjang dengan panjang bahan sebelum dilakukan uji tarik. Perbedaan yang signifikan pada uji tarik disebabkan komposisi campuran yang berbeda, yang mempengaruhi morfologi jaringan. Saat merekatkan selulosa, setiap bahan memiliki sifatnya masing-masing. Dengan pemberian larutan pengikat dengan rasio senyawa yang cukup tinggi, jaringan menjadi lebih kaku dan lebih fleksibel. Kelebihan pemberian akan menutupi permukaan selulosa, mencegah ekstrak cair terserap ke dalam lapisan selulosa. Hal ini dapat dilihat pada sampel 5 dan 8. Ketika VCO, talk dan tapioka diberikan secara berlebihan, sebagian besar ruang dalam selulosa terisi olehnya sehingga menyebabkan ikatan antar selulosa menjadi sangat mudah putus dan rapuh. Hal

ini ditunjukkan dalam Contoh 1, 2 dan 9. Sampel terbaik dengan kekuatan tarik optimal menunjukkan sifat tidak kaku dan fleksibel, sampel 7, di mana larutan pengikat hanya berfungsi sebagai perekat antara selulosa.

Rasio selulosa terhadap bahan pelarut pengikat dapat ditentukan untuk mempengaruhi kekuatan tarik. Dengan menentukan koefisien korelasi menggunakan Minitab menggunakan taraf signifikansi 0,05 dan taraf kepercayaan 95%, cukup beralasan untuk menunjukkan bahwa kitosan dan tapioka berpengaruh kuat terhadap kekuatan tarik jaringan. Hal ini sesuai dengan penelitian Yustinah (2019) bahwa kitosan memiliki sifat kekuatan tarik dan penelitian Rahmatin (2017) bahwa tapioka mengandung amilopektin yang dapat memperkuat ikatan antar serat. Pada penelitian ini, PVA dan VCO memiliki pengaruh yang kecil terhadap kuat tarik karena kedua bahan tersebut hanya berfungsi menghaluskan dan melembutkan permukaan serat.

**Tabel 7.** Hasil Uji SEM

Perbesaran (kali)	<i>Bleaching</i> (a)	<i>Unbleaching</i> (b)
50		
250		
500		
1000		

Perubahan morfologi serat tisu yang diputihkan dan tidak diputihkan dapat diamati pada Tabel 6. Gambar yang diputihkan (a) menunjukkan struktur permukaan yang lebih halus, serat-seratnya saling terhubung dan tersusun rapi. Gambar *bleaching* (b) menunjukkan struktur permukaan yang kasar, serat tidak terhubung satu sama lain dan masih terdapat ruang antar serat. Proses keganasan mempengaruhi konsentrasi lignin. Waktu pemasakan 60 menit pada suhu 121°C dapat meningkatkan kandungan selulosa yang dihasilkan karena NaOH melunakkan dan mereduksi lignin. Suhu pemasakan juga mempengaruhi struktur ikatan lignin. Suhu tinggi memberikan banyak energi dalam reaksi perengkahan ikatan lignin dan hemiselulosa, memutus banyak ikatan selulosa. Penurunan kandungan lignin juga disebabkan oleh reaksi hidrogen peroksida yang digunakan dalam proses bleaching. Hidrogen peroksida dapat memperpendek rantai lignin sehingga memungkinkan lignin larut dalam air selama pencucian (Fengel dan Wegener, 1995). Selain itu, hidrogen peroksida dapat memutus ikatan C $\alpha$ -C $\beta$  pada molekul lignin dan membuka cincin lignin (Jayanudin et al., 2010).

Uji biodegradasi dilakukan dengan mengamati tingkat degradasi sampel tisu basah biodegradable dari sabut kelapa sawit dengan tisu basah komersial. Kerusakan sampel dapat diketahui dari pengurangan massa sampel saat dikubur dalam tanah kompos. Pada uji biodegradability, dilakukan komparasi antara sampel terbaik dari hasil sheeting (sampel 7) dengan sampel tisu basah komersial.

**Tabel 8.** Daya Urai Tisu basah *Biodegradable* vs Tisu Basah Komersial

Hari Ke-	<i>Biodegradable Wet Wipes</i>	Tisu Basah Komersial
1	26,4%	0%
3	58,4%	0%
5	77,6%	0%
7	100%	4,4%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tisu basah biodegradable yang terbuat dari sabut kelapa sawit menunjukkan biodegradabilitas yang tinggi. Dibandingkan dengan tisu basah komersial, tisu basah kelapa sawit dapat terurai sepenuhnya dalam waktu 7 hari. Ini sangat berbeda dengan tisu komersial, yang hanya 4,4% dapat terurai secara hayati pada hari ketujuh. Menurut US National Park Service-Mote Marine Lab Sarasota, jaringan

berbasis kertas membutuhkan waktu sekitar 2 hingga 6 minggu untuk terurai. Tisu basah biodegradable kelapa sawit menunjukkan biodegradasi lebih cepat. Hal ini dikarenakan tisu basah biodegradable sawit dan tempurung kelapa memiliki sifat fisik yaitu pori-pori besar sehingga mudah terurai, selain itu mudah menyerap air dalam waktu singkat sehingga mempercepat proses hidrolisis. Selain itu, tisu serat sabut kelapa sawit yang dapat terdegradasi mengandung selulosa dan hemiselulosa, yang memfasilitasi degradasi mikroorganisme, tidak seperti tisu serat viscose sintetik yang tersedia secara komersial, yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme.

Karakterisasi ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dapat dilakukan dengan menghitung komposisi massa dan volume distilat dan residu sebagaimana berikut

**Tabel 9.** Daya Urai Tisu basah *Biodegradable* vs Tisu Basah Komersial

Replikasi	Massa (gram)		Volume (mL)	
	Distilat	Residu	Distilat	Residu
1	1121,661	106,689	1390	110
2	1111,978	118,328	1378	122
Rata-rata	1116,819	112,508	1384	116

Mengacu pada Handbook of Chemical Engineers (Perry, 1997) pada Tabel 2-110, korelasi nilai kerapatan dan konsentrasi komponen volatil (etanol) pada suhu kamar 30 °C diperoleh:

**Tabel 10.** Komposisi Massa dan Volume Distilat dan Residu

Komponen	Densitas	% Kadar Etanol
Distilat	0,8069651	91,7
Residu	0,975731	12

Menentukan yield pada ekstrak

$$\% \text{Yield ekstrak (w/w)} = \frac{\text{Berat ekstrak di residu}}{\text{Berat umpan}} \times 100\%$$

$$= \frac{112,508 \text{ gram}}{1230,001 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 9,202\%$$

Menghitung % recovery distilat

Dengan menganggap distilat dikembalikan seluruhnya ke sistem (atau refluks total), maka didapatkan % recovery distilat:

$$\% \text{Recovery distilat (w/w)} = \frac{\text{Berat distilat}}{\text{Berat umpan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1116,819 \text{ gram}}{1230,001 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 91,12\%$$

Untuk pengujian kandungan bahan aktif ekstrak daun kelapa sawit dilakukan pengujian secara kualitatif dan kuantitatif. Dalam pengujian fitokimia kualitatif, data disajikan dalam tabel 10 berikut:

**Tabel 11.** Hasil Uji Fitokimia Kualitatif

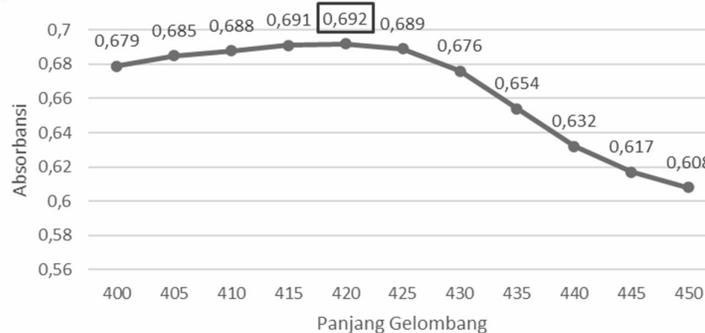
Senyawa	Hasil Uji Fitokimia Kualitatif	Uji Keterangan
Flavonoid	Terjadi perubahan warna menjadi kuning, jingga atau kemerahan.	+
Alkaloid	Terbentuk endapan dan perubahan warna kuning-merah lembayung dan jingga.	+
Tanin	Terjadi perubahan warna dan terbentuknya endapan berwarna hijau kehitaman.	+
Saponin	Terbentuk buih stabil	+

Saat menentukan kandungan flavonoid menggunakan spektrofotometri UV-Vis, terlebih dahulu ditentukan panjang gelombang maksimum dalam larutan stok quercetin 1000 ppm dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400-450 nm. Berikut adalah hasil pengukuran panjang gelombang maksimum larutan *stok quercetin*:

**Tabel 12.** Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin

No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)
1	400	0,679
2	405	0,685
3	410	0,688
4	415	0,691
5	420	0,692
6	425	0,689
7	430	0,676
8	435	0,654
9	440	0,632
10	445	0,617
11	450	0,608

Hasil orientasi yang diperoleh dari data panjang gelombang maksimum sampel adalah 420 nm. Konsentrasi ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertinggi (puncak kurva) untuk mendapatkan absorbansi maksimum pada masing-masing konsentrasi. Kurva panjang gelombang maksimum dibangun dari data yang diperoleh sebagai berikut:



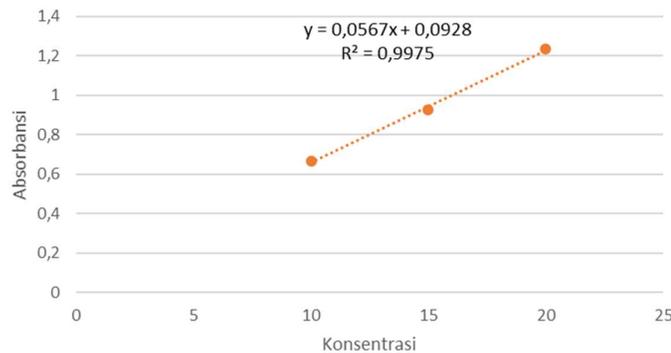
**Gambar 4.** Kurva Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin

Dari larutan konsentrasi dan absorbansi kuersetin yang dibuat, dapat diketahui hubungan antara larutan dengan nilai absorbansinya sehingga konsentrasi sampel dapat diketahui dengan konsentrasi 10, 15, 20 ppm, kemudian mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh yaitu 420 nm.

**Tabel 13.** Absorbansi pada Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin (420 nm)

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi pada 420 nm (A)
1.	10	0,668
2.	15	0,927
3.	20	1,235

Dari data konsentrasi dan absorbansi tersebut, kurva kalibrasi *quercetin* dapat digambarkan dalam bentuk grafik yang dapat disajikan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 5.** Kurva Kalibrasi Kuersetin

Penentuan kadar flavonoid total dihitung dengan persamaan garis regresi linier  $y = ax + b$  yang diperoleh dari kurva kalibrasi quercetin sehingga diperoleh konsentrasi (x). Nilai x tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus yang digunakan untuk menghitung kadar flavonoid total (Yeti, 2021). Hasil pengamatan kurva kalibrasi quercetin menggunakan spektrofotometri UV-Vis di atas dapat diubah menjadi persamaan regresi kuadrat yaitu  $y = 0,0567x + 0,0928$  dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9975. Langkah selanjutnya adalah menentukan konsentrasi senyawa flavonoid dalam sampel. Berikut adalah data absorbansi dan kandungan flavonoid total pada ekstrak flavonoid minyak kelapa sawit menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis untuk konsentrasi sampel 98 ppm.

**Tabel 14.** Hasil Pengukuran Kadar Flavonoid Total

Replikasi	Absorbansi (A)	Konsentrasi (ppm)	Kadar (%)	Rata-rata (%)
I	0,918	14,5538	14,85	
II	0,853	13,4074	13,68	
III	0,685	10,4444	10,65	12,01
IV	0,679	10,3386	10,55	
V	0,667	10,1270	10,33	

Dari nilai serapan terlihat bahwa konsentrasi flavonoid dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit menggunakan persamaan regresi linier memberikan total flavonoid dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit yaitu 12,01%. Uji aktivitas antibakteri bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat pengaruh flavonoid ekstrak daun kelapa sawit terhadap mikroorganisme. Diameter rata-rata zona hambat untuk masing-masing perlakuan ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

**Tabel 15.** Hasil pengukuran zona hambat beberapa konsentrasi ekstrak flavonoid daun kelapa sawit terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*

Konsentrasi Ekstrak	Diameter Zona Hambat <i>Escherichia coli</i> (mm)	Diameter Zona Hambat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (mm)
10%	7,10	6,57
15%	10,67	8,34
20%	14,40	11,85

Menurut David dan Stout (1971), Rita (2010) menyatakan jika diameter zona hambat  $\geq 20$  mm maka efek hambat tergolong sangat kuat, diameter zona hambat 10-20 mm tergolong kuat, diameter zona penghambatan adalah 5 - 10 mm, yang dinilai sedang, dan diameter zona pemblokiran adalah resistensi  $\leq 5$  mm dinilai lemah. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, ekstrak flavonoid daun lontar konsentrasi 10% tergolong daya hambat sedang dan konsentrasi 15-20% sebagai inhibitor kuat terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922. Terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, ekstrak flavonoid kelapa sawit memiliki aktivitas penghambatan sedang pada konsentrasi 10-15% dan aktivitas penghambatan kuat pada konsentrasi 20%.

**Tabel 16.** Uji Homogenitas Persebaran Data Uji Antibakteri

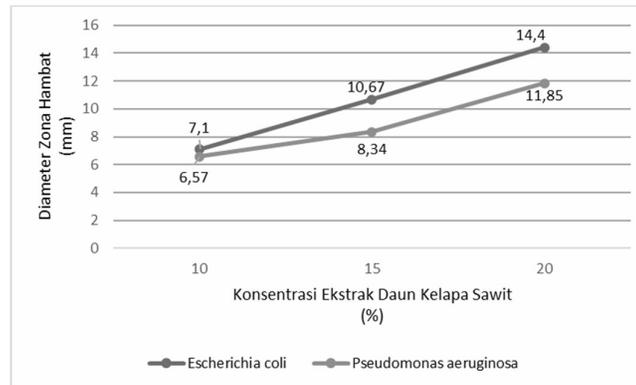
Metode	P-Value	Keterangan
Bonett	0,283	Data homogen
Levene	0,494	Data homogen

Tabel 15 merupakan hasil uji keseragaman menggunakan tingkat kepercayaan 95% menggunakan metode Bonett dan Levene menggunakan aplikasi Minitab. Jelas dari data tersebut bahwa P-value  $> \alpha$  (0,05) berarti bahwa data tersebut memiliki varians yang sama atau homogen. Data tersebut selanjutnya dapat diuji dengan menggunakan one way ANOVA karena data bersifat homogen.

**Tabel 17.** Uji ANOVA dari Daya Hambat Larutan Ekstrak terhadap Pertumbuhan Bakteri

Source	Df	Sum of Square	Mean of Square	F-Value	P-Value
Between group	2	39,865	19,932	9,79	0,048
Within groups	3	6,106	2,035		
Total	5	45,971			

Pengukuran zona hambat ekstrak dianalisis dengan uji bivariat menggunakan *one way analysis of variance* (ANOVA) untuk mengetahui hubungan pengaruhnya terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Pada tingkat kepercayaan 95%, P-value adalah 0,048 atau P-value  $< \alpha$  (0,05), menunjukkan bahwa terdapat cukup bukti bahwa konsentrasi ekstrak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap diameter hambat di zona pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*.



**Gambar 6.** Grafik zona hambat beberapa ekstrak flavonoid daun kelapa sawit terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin besar daya hambatnya. Konsentrasi yang tinggi menunjukkan bahwa ekstrak flavonoid daun kelapa sawit memiliki konsentrasi agen antibakteri yang tinggi sehingga lebih sensitif terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam proses penghambatan. Senyawa yang berperan sebagai antibakteri dalam ekstrak kulit batang kelapa sawit antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin. Cushnie dan Lamb (2005) menyatakan bahwa kerusakan yang disebabkan oleh flavonoid antara lain kerusakan permeabilitas sel bakteri, mikrosom dan lisosom akibat interaksi antara flavonoid dan DNA bakteri. Menurut Robinson (1995) dan Anggraini (2019), alkaloid dapat berperan sebagai antibakteri dan mekanisme penghambatan dengan mempengaruhi komponen peptidoglikan pada sel bakteri. Lebih lanjut dalam Anggraini (2019), menurut Cannell (1998), saponin berperan sebagai antibakteri dan merusak permeabilitas dinding sel sehingga dapat menyebabkan kematian sel. Menurut Ngajow (2013), mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menyebabkan kerusakan sel bakteri. Hal ini dikarenakan tanin memiliki tujuan pada dinding polipeptida dinding sel bakteri sehingga menyebabkan pembentukan dinding sel tidak sempurna dan kemudian sel bakteri mati. Tanin juga memiliki kemampuan untuk menonaktifkan enzim bakteri dan mengganggu perjalanan protein pada membran sel bagian dalam.

Dalam uji karakteristik *biodegradable wet wipes* dilakukan juga uji iritasi dengan melibatkan empat relawan berusia antara 18 dan 25, kemudian tisu basah difiksasi di bawah telinga 4 relawan selama 2 jam dan diperoleh hasil negatif iritasi kulit pada 4 relawan.

**Tabel 18.** Tabel Uji Iritasi

Sukarelawan	Hasil Uji Iritasi
1	-
2	-
3	-
4	-

Keterangan :

(+) : kulit gatal

(++) : kulit kemerahan

(+++): kulit bengkak

(-) : tidak ada iritasi

Pengujian dengan pH meter digital menunjukkan bahwa tisu basah ekstrak flavonoid racikan minyak sawit berada pada skala 7 sampai 7,29 dan memiliki pH 7 pada kertas indikator pH. Oleh karena itu, aman digunakan dengan lap basah standar pH 7,2 - 7,4.

Tabel di bawah ini menunjukkan hasil pengujian antiseptik larutan ekstrak yang digunakan pada tisu basah biodegradable untuk mengurangi jumlah koloni bakteri di tangan 12 probandus

**Tabel 19.** Hasil Analisis Perhitungan Jumlah Bakteri pada Tangan Sebelum dan Sesudah Ditetesi Larutan Ekstrak dengan Variasi Konsentrasi

Replikasi	ALT awal ( <i>Colony Morfing Unit/mL</i> )			ALT akhir ( <i>Colony Morfing Unit/mL</i> )		
	Kons. 10%	Kons. 15%	Kons. 20%	Kons. 10%	Kons. 15%	Kons. 20%
1	$1,7 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$5,5 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	$8,6 \times 10^3$
2	$1,6 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$	$5,7 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
3	$1,9 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	$4,7 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$
4	$1,6 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	$5,8 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$9,8 \times 10^3$

Jumlah bakteri pada tangan 12 probe berkisar antara 130.000 hingga 190.000 koloni sebelum ditetaskan larutan ekstrak dengan tiga konsentrasi berbeda, sedangkan setelah ditetaskan larutan ekstrak dengan tiga konsentrasi berbeda terdapat 9.800 hingga 58.000 koloni. Terjadi penurunan yang cukup signifikan dengan masing-masing perlakuan konsentrasi.

Tabel 20. Hasil Uji Paired t-test pada Pengujian Antiseptik

Replikasi	Mean	Paired Differences				t	P
		Standar Deviasi	Standar Error	95% Confidence Interval Of the Difference			
				Lower	Upper		
10%	115750	19103	9551	85353	146147	12,12	0,001
15%	126500	26211	13105	84793	168207	9,65	0,002
20%	146150	146150	6926	124107	168193	21,10	0,000

Hasil pengujian pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa nilai p lebih kecil dari nilai signifikansi ( $p\text{-value} < \alpha$ ) pada konsentrasi ekstrak 10%, 15% dan 20%, dengan nilai p sebesar 0,001 untuk setiap. ; 0,002; dan 0,000, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Hal ini menunjukkan bahwa setiap konsentrasi memiliki kemampuan yang nyata dalam mereduksi jumlah bakteri. Penurunan ini disebabkan oleh adanya flavonoid yang berperan sebagai antiseptik dan dapat mengganggu proses metabolisme bakteri. Antiseptik ini mencegah proses sintesis asam lemak, mencegah pertumbuhan dinding sel, kemudian menembus sel bakteri sehingga menyebabkan kematian bakteri.

Tabel 21. Efektifitas Penurunan Bakteri

Konsentrasi Ekstrak	Mean ALT Awal	Mean ALT Akhir	% Efektivitas Penurunan Bakteri
10%	$1,7 \times 10^5$	$5,425 \times 10^4$	68,09 %
15%	$1,6 \times 10^5$	$3,35 \times 10^4$	79,06 %
20%	$1,625 \times 10^5$	$11,635 \times 10^4$	89,94 %

Tabel 20 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efisiensi reduksi bakteri pada setiap konsentrasi. Pada konsentrasi 10%, 15% dan 20%, efektivitas dalam mereduksi bakteri masing-masing mencapai 68,09%, 79,06% dan 89,94%. Konsentrasi ekstrak yang paling efektif mereduksi bakteri adalah konsentrasi ekstrak 20%.

## Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dalam uji analisis kadar selulosa diperoleh kadar alfa selulosa sebesar 87,3%. Kadar alfa selulosa ini telah memenuhi standar bahan baku untuk tisu yaitu memiliki kandungan selulosa minimal 70%. Dari hasil yang diperoleh, dapat diketahui bahwa limbah sabut kelapa sawit (*palm fiber*) sangat berpotensi menjadi salah satu bahan baku dari *biodegradable wet wipes*.
2. Pada ekstrak daun kelapa sawit diperoleh yield ekstrak sebesar 9,20% dan *recovery etanol* pada distilat sebesar 91,2%.
3. Dari 9 sampel percobaan, diperoleh hasil terbaik yang sesuai dengan standar SNI 8526:2018 pada sampel ke 7, yaitu dengan komposisi 91,5% (w/w) selulosa sabut kelapa sawit, dan perbandingan (w/w) PVA : tapioka : kitosan pada setiap 10 mL VCO yang digunakan adalah 2:3:6 (1,5% : 2,25% : 4,5%).
4. Dalam uji SEM dapat dilihat permukaan tisu *bleaching* memiliki struktur permukaan lebih halus, serat saling terikat dan tersusun rapi.
5. Hasil uji kuat tarik menunjukkan bahwa *biodegradable wet wipes* memiliki daya tarik sebesar 1,839 N/mm<sup>2</sup>. Tisu memiliki warna putih serta memiliki tingkat *biodegradability* 100% pada hari ke-7. Hal ini menandakan bahwa *biodegradable wet wipes* telah memenuhi standar SNI 8526-2018.
6. Ekstrak flavonoid daun kelapa sawit sebagai bahan antibakteri telah terbukti mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin. Diperoleh kadar flavonoid total dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit sebesar 12,01%. Bahan antibakteri ini tidak mengiritasi kulit, memiliki nilai pH 7,0-7,4, dengan zona penghambatan terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 sebesar 11,85 mm, serta efektivitas penurunan bakteri sebesar 89,94% pada konsentrasi 20%.
7. *Biodegradable wet wipes* dari sabut kelapa sawit memiliki warna putih, dengan nilai gramatur 50 gr/mm<sup>2</sup>, yang sesuai dengan SNI 8526:2018.



## Rekomendasi

Rekomendasi pada penelitian ini adalah : Diperlukan evaluasi dari hasil uji karakteristik *biodegradable wet wipes* agar dapat meningkatkan kualitas dari *biodegradable wet wipes* agar mampu bersaing dengan tisu basah komersial

## Ucapan Terima Kasih

Kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) atas dana penelitian yang telah diberikan. Bantuan ini sangat berarti bagi kami dalam melaksanakan penelitian kami. Dukungan finansial yang diberikan oleh BPDPKS memungkinkan kami untuk mengumpulkan data, melakukan eksperimen, dan menganalisis hasil penelitian dengan lebih baik. Tidak hanya dukungan finansial, tetapi juga memberikan kesempatan bagi kami untuk mengembangkan pengetahuan dan penelitian kami dalam bidang yang kami minati. Kami berjanji untuk menggunakan dana ini secara efektif dan efisien guna mencapai tujuan penelitian kami.

## Daftar Pustaka

- Alfathy. *Analisis Variasi Warna Terhadap Kualitas Daya Serap Dan Kuat Tarik Tissue Napkin Paper*. Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika is licensed under A Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License. 2017; 2(1) : 25-27.
- Ali, S. M. and Yosipovitch, G. *Skin pH : From Basic Science to Basic Skin. Care, Department of Dermatology*. Wake Forest University Baptist. 2013.
- Anggraini, Wirda. et al. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Buah Blewah (Cucumis melo L. var. cantalupensis) terhadap pertumbuhan bakteri Escherichia coli*. Pharmaceutical Journal of Indonesia. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan., Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. 2019.
- Bahri, Syamsul. *Pembuatan Serbuk Pulp dari Daun Jagung*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. 2015; 4(1) : 46-59.
- Cannell, R.J.P. *Natural Products Isolation Methods in Biotechnology*; 4. Totowa : Humana Press. 1998.
- Cushnie, T.P., dan A.J. Lamb. *Review antimicrobial activity of flavonoids*. International Journal of Antimicrobial Agents. 2005; 26: 343–356.
- Fengel, D., Wegener, G. *Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 1995.
- Jayanudin, Hartono, R., Jamil, N.H. *Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemutihan Serat Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Semarang, Indonesia: Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro. 2010.
- Lestari, Sri Indah. *Uji Perbandingan Komposisi Beberapa Jenis Limbah Pertanian Sebagai Bahan Pembuatan Kertas Daur Ulang*. Universitas Sumatera Utara. 2018.
- Lismeri, L., Lia, L., & Darni, Y. *Pengaruh Suhu dan Waktu Pretreatment Alkali pada Isolasi Selulosa Limbah Batang Pisang*. Jurnal of Chemical Process Engineering. 2019 ; 1 (4).
- Malik. Abd. *Skrining Fitokimia dan Penetapan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Metanolik Herba Boroco (Celosia argenta L.)*. Jurnal Fitofarmaka Indonesia. Universitas Muslim Indonesia. 2014; 1(1).
- Ngajow M, Abidjulu J, Kamu VS. *Pengaruh antibakteri ekstrak kulit batang matoa (Pometia pinnata) terhadap bakteri Staphylococcus aureus secara in vitro*. Jurnal MIPA UNSRAT Online. 2013 ; 2 (2) : 128-32.
- Perry. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. New York: McGraw Hill. 1997.
- Rahmasita, Mugi Egi. *Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara*. Jurnal Teknik ITS. 2017 ; 6 (2) : 2337-3520.
- Robinson, T. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi Keenam. ITB press. Bandung. 1995.
- Sarwono, J. *Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2006.
- Saputri., I. E. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) dan Fraksi-fraksinya Terhadap Escherichia coli dan Pseudomonas aeruginosa Serta Profil KLTnya*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2014.
- Septianto. *Manufacturing of Tissue: The Effect of Material and Amount of Chitosan and Starch*. Skripsi. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2019.
- Setiawan, Adhi. *Pemanfaatan Limbah Fiber Kelapa Sawit Sebagai Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi*. Seminar Master. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. 2019.





- Setyaningrum, Eva. *Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Daun Sirsak (Annona muricata L.) Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Surakarta. 2018.
- Shruti, V.C. "Wet Wipes Contribution to Microfiber Contamination Under COVID-19 era : An important but overlooked problem," *Environmental Challenges*. 2021 ; 5.
- Sinaga, Christine Eva Natalia. *Formulasi Sabun Cair Ekstrak Etanol Daun Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata)*. Institut Kesehatan Helvetia Medan. 2019.
- Syam, Nur R. A. et al. *Kualitas Serat Jabon Merah (Anthocephalus macrophyllus) di Provenan Luwu*. Universitas Hasanuddin. Makassar. 2019.
- Wirman, Shabri Putra. *Karakterisasi Komposit Serat Sabut Kelapa Sawit Dengan Perekat Pvac Sebagai Absorber*. *JoP*. 2016 ; 1(2) : 10-15.
- Yeti, Afrida. *Determination Of Total Flavonoid Ethanol Extract Of Bamboo Grass Herba (Lopatherum gracile Brongn.) Using Visible Spectrophotometry Method*. *Jurnal Farmasi Sains dan Kesehatan*. 2021 ; 1(1).
- Yustinah. *Pengaruh Penambahan Kitosan Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dari Rumput Laut Gracilaria sp dengan Pemplastik Sorbitol*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. 2019.
- Zhang, Yuting. *Life-Cycle Environmental Impact Assessment and Plastic Pollution Prevention Measures of Wet Wipes*. *Resources, Conservation, & Recycling*. 2021.