

PENGEMBANGAN TISU BASAH BIODEGRADABLE DARI SELULOSA SABUT KELAPA SAWIT TERKOMBINASI AGEN ANTIBAKTERI EKSTRAK FLAVONOID DAUN BENALU KELAPA SAWIT

Dimas purwanto¹, Raihanah Khalishah Br. Sitepu², Habib Danu Aswara³, Mahyu danil⁴
dimas29yy@gmail.com¹, raihanahkhalishah@gmail.com², habibdanuaswara2018@gmail.com³,
mahyudani11909@gmail.com⁴

Universitas Islam Sumatera utara

ABSTRAK

Limbah cair terdiri dari cangkang, serat serabut buah, tandan kosong, pelepah, daun, dan batang. Limbah sabut kelapa sawit, juga disebut serat kelapa sawit, adalah salah satu limbah terbesar yang dibuat saat mengolah minyak kelapa sawit. Ini menghasilkan 14,4% limbah per ton tandan buah segar (TBS), dan terdiri dari biomassa lignoselulosa berupa serat, yang terdiri dari 42.7% hingga 65%, lignin, yang terdiri dari 13.2% hingga 25.31%, dan lignin. Karena tingkat selulosa yang tinggi, limbah sabut kelapa sawit dapat diproses dengan komponen hama. Metode analisis yang digunakan adalah Analisis Variansi (ANOVA). Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh ikatan tisu basah biodegradable terhadap selulosa sabut kelapa sawit. Berbagai perubahan dalam komposisi tepung tapioka-VCO dengan binder (PVA dan kitosan) dikombinasikan dengan ekstrak tannin daun kelapa sawit yang bersifat antibakteri digunakan untuk menguji hipotesisnya. Dengan taraf kepercayaan 95%, uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) digunakan untuk program Origin dengan sistem PROTAP (prosedur tetap) dengan parameter komposisi.

Kata Kunci: Kelapa sawit, Limbah cair, ANAVA.

ABSTRACT

Liquid waste consists of shells, fruit fiber, empty bunches, fronds, leaves, and stems. Palm oil empty fruit bunch waste, also known as palm fiber, is one of the largest wastes generated during the palm oil processing. It accounts for 14.4% of waste per ton of fresh fruit bunches (FFB), and consists of lignocellulosic biomass in the form of fiber, which makes up 42.7% to 65%, lignin, which ranges from 13.2% to 25.31%, and lignin. Due to its high cellulose content, palm oil empty fruit bunch waste can be processed with pest components. The analysis method used is Analysis of Variance (ANOVA). This analysis is employed to evaluate the effect of biodegradable wet tissue bonds on palm oil fiber cellulose. Various changes in the composition of tapioca flour-VCO with binders (PVA and chitosan) combined with antibacterial tannin extract from oil palm leaves were used to test the hypothesis. With a confidence level of 95%, Duncan's Multiple Range Test (DMRT) is used for the Origin program with the PROTAP (standard procedure) system with composition parameters.

Keywords: Palm oil, liquid waste, ANAVA.

PENDAHULUAN

Permintaan tisu basah telah meningkat setiap tahun sejak awal pandemi COVID-19 dan memasuki masa new normal. Tisu basah adalah tisu yang digunakan untuk perawatan pribadi dalam kehidupan sehari-hari untuk tujuan pembersihan, desinfeksi, antibakteri, dan perawatan. Tetapi tisu basah ini memiliki tingkat pembuangan yang tinggi dan dapat bertahan di lingkungan selama 100 tahun lagi (Shruti, 2021). Saat ini, tisu basah yang beredar terbuat dari serat sintetis terdiri dari 90% plastik dan 30% viscose dan 70%

poliester. Karena serat poliester sulit untuk terurai, tisu basah yang hanya digunakan sekali pakai berpotensi mencemari lingkungan. (Zhang, 2021) selain itu tisu basa pada umumnya mengandung antibakteri yang kurang aman digunakan terutama bagi kesehatan karena alkohol merupakan salah satu pelarut organik serta kandungan metilisotiazolinon (MIT) dan Photoallergic Contact Dermatitis (PACD) yang bersifat toksik dan dapat menyebabkan reaksi alergi (Rahayu, 2023).

Sebaliknya, luas kelapa sawit Indonesia meningkat rata-rata 7,67% dari tahun 2004 hingga 2014, bersama dengan produksi meningkat rata-rata 11,09% per tahun. Ini menunjukkan bahwa ekspor kelapa sawit Indonesia terus meningkat setiap tahun. Dengan areal kelapa sawit 10,9 juta ha dan produksi CPO 29,3 juta ton pada tahun 2014, limbah pabrik kelapa sawit (PKS) menjadi masalah baru. Ini karena harga CPO yang stabil di pasar internasional dan menawarkan banyak keuntungan bagi produsen, terutama petani. (Wirman, 2016).

Sabut kelapa sawit yang dikombinasikan dengan ekstrak tannin daun benalu kelapa sawit dapat digunakan untuk membuat tisu basah yang biodegradable. Pada penelitian ini, tisu basah diproduksi dengan menggunakan komponen selulosa sabut kelapa sawit dalam inti sawit yang dikombinasikan dengan ekstrak tannin dari daun benalu kelapa sawit sebagai agen antibakteri. Tisu basah biodegradable dapat menjadi solusi atas permasalahan tersebut karena memiliki tingkat keteruraiannya yang lebih.

METODE PENELITIAN

Riset ini dilaksanakan selama 3 bulan yang mana yang mana preparasi dan karakterisasi tisu basah biodegradable dari selulosa sabut kelapa sawit terkombinasi antibakteri ekstrak tannin daun benalu kelapa sawit di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian FP UISU dan Laboratorium Kimia Dasar LIDA USU. Metode analisis dilakukan dengan Analisis Variansi (ANAVA) untuk melihat pengaruh ikatan tisu basah biodegradable terhadap selulosa sabut kelapa sawit dengan perlakuan variasi komposisi tepung tapioka-VCO dengan binder (PVA, dan kitosan) yang dikombinasi dengan untuk menguji hipotesisnya dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT), yang memiliki taraf kepercayaan 95%, dan untuk menguji efektivitas dan efisiensi rumus empiris. Selanjutnya, data perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik melalui program Origin, yang menggunakan prosedur tetap PROTAP dengan parameter komposisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Ekstrak Daun benalu kelapa sawit

Setelah daun benalu kelapa sawit dihaluskan dengan blender, serbuknya ditimbang sebanyak 200 gram, dan ekstrak tanninnya dibuat dengan cara maserasi. 200 gram daun benalu kelapa sawit direndam dalam 1500 mililiter larutan etanol 96%, dan kemudian ditutup dan dibiarkan selama empat hari. Filtrat disaring dan ampasnya dimaserasi satu kali, kemudian disaring lagi dan dicampur dengan filtrat awal. Setelah itu, evaporator rotasi digunakan untuk meningkatkan viskositas filtrat selama tiga puluh menit dengan suhu 75 derajat Celcius. Prosedur ini diulang empat kali.

Pembuatan Tisu dari Sabut Kelapa Sawit

Sabut kelapa sawit dikeringkan di bawah terik matahari selama 90 menit sampai kadar air 11%. Dihaluskan dengan blender sehingga menjadi serbuk halus dan diayak 100 mesh. Serbuk kelapa sawit dicampurkan dengan NaOH 0,1N 1500 mL dan digester 1 jam dengan suhu 121oC. Setelah itu, dilakukan proses bleaching menggunakan 50% H2O2 1000 mL dan dipanaskan (60-70)oC selama 60 menit. Setelah disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH netral, produk selulosa pemutih pulp akan dioven pada suhu 100 °C

hingga berat konstan sebelum dihaluskan dengan blender. Pulp dimasak pada plat panas pada suhu 70 derajat Celcius. Kemudian, tapioka ditambahkan secara bertahap. Larutan binder yang dibuat dari pencampuran aquades dengan PVA, kitosan, dan VCO juga dipanaskan hingga 70 derajat Celcius. Selanjutnya, campuran tapioka dan pulp dimasukkan ke dalam bak berisi empat liter air. Setelah itu, campuran dicetak dengan kertas sablon T120 dan dijemur hingga setengah kering. Tempatkan larutan binder pada cetakan kertas tisu. Untuk membentuk kertas tisu sabut kelapa sawit, masukkan cetakan kertas tisu ke dalam oven dengan suhu 100 derajat Celcius selama 30 menit.

Fabrikasi Tisu Basah

Kertas tisu yang berasal dari selulosa sabut kelapa sawit akan dicelupkan ke dalam ekstrak tannin daun benalu kelapa sawit, hingga seluruh bagian kertas tisu menyerap ekstrak tannin daun benalu kelapa sawit.

menuangkannya pada cetakan kertas tisu. Setelah itu cetakan kertas tisu akan dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu 100°C selama 30 menit dan membentuk kertas tisu sabut kelapa sawit.

Indikator Capaian yang Terukur Setiap Tahapan

Tabel 1 Rincian dari Hasil Luaran dan Indikator Riset

| No | Kegiatan | Luaran | Indikator |
|----|--|--|---|
| 1 | Studi Literatur | Jurnal Riset | Didapatkan jurnal riset yang terindeks Sinta dan Scopus |
| 2 | Surat izin riset | Surat izin riset | Didapatkan surat izin riset di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian FP UISU dan Kimia Dasar LIDA USU |
| 3 | Penyiapan alat dan bahan | Alat dan bahan | Didapatkan alat dan bahan yang dibutuhkan |
| 4 | Pengambilan data | Data hasil pengujian karakterisasi sifat fisis, kimia, mekanik dan sifat performansi tisu basah biodegradable dengan agen antibakteri ekstrak daun benalu kelapa sawit | Didapatkan data hasil komposisi optimal tisu basah <i>biodegradable</i> meliputi uji selulosa sabut kelapa sawit: gugus fungsi FTIR dan morfologi permukaan. Ekstrak daun benalu: uji fitokimia kualitatif (flavonoid, alkaloid, tannin dan saponin), uji fitokimia kuantitatif dan uji aktivitas antibakteri. Tisu basah meliputi uji daya tarik, uji warna, uji biodegradasi, uji iritasi, uji pH, dan uji antiseptik |
| 5 | Pengolahan data | Analisis data | Didapatkan data |
| 6 | Membuat laporan kemajuan dan akhir riset | Menghasilkan laporan kemajuan dan laporan akhir riset | Laporan kemajuan dan akhir siap di evaluasi |

| | | | |
|---|--|---|---|
| 7 | Membuat artikel ilmiah/akun media sosial/draft paten | Artikel ilmiah dari hasil riset, akun media sosial milestone proses riset dan draft paten | Artikel ilmiah terindeks, akun media sosial dan draft paten |
|---|--|---|---|

Penafsiran Data

Penafsiran data riset ini yaitu berdasarkan sistem Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan berpedoman pada data primer dan data sekunder sebagai pembanding dan pendukung data primer. Berikut ini variabel riset pada tisu basah biodegradable antara lain variasi komposisi dan karakterisasi dengan pelapisan larutan antibakteri menggunakan dip coating.

Tabel 2 Variasi Komposisi Penyusun Tisu Basah Biodegradable

| Kode Sampel | Sabut Kelapa Sawit (gr) | Tapioka (gr) | PVA (gr) | Kitosan (gr) | VCO (mL) | Bahan Aditif |
|-------------|-------------------------|--------------|----------|--------------|----------|---------------------|
| A | 150 | - | - | - | 70 | Talk 225 gr |
| B | 150 | 112.5 | 40 | - | 15 | - |
| C | 35 | 225 | - | - | - | - |
| D | 30 | 25 | 8 | - | 2 | - |
| E | 30 | - | 2 | 3 | 5 | - |
| F | 30 | - | 0.5 | 0.5 | 10 | - |
| G | 60 | 1.5 | 1 | 3 | 10 | - |
| H | 60 | 1.5 | 1 | 3 | 10 | Limbah Kertas 20 gr |

Sedangkan untuk karakterisasi tisu basah biodegradable meliputi uji selulosa sabut kelapa sawit: gugus fungsi FTIR dan morfologi permukaan. Ekstrak daun benalu: uji fitokimia kualitatif (flavonoid, alkaloid, tannin dan saponin), uji fitokimia kuantitatif dan uji aktivitas antibakteri. Tisu basah meliputi uji daya tarik, uji warna, uji biodegradasi, uji iritasi, uji pH, dan uji antiseptik.

Biodegradable dari Sabut Kelapa Sawit

Pulp Selulosa Sabut Kelapa Sawit Pulp yang dihasilkan dari proses pulping atau delignifikasi memiliki warna coklat dan tekstur yang lembut. Pulp ini kemudian diputihkan pada proses bleaching untuk menghasilkan selulosa yang berwarna putih. Bleaching Pulp Proses bleaching pulp menggunakan dua variasi konsentrasi H₂O₂.

Tabel 3 Variasi Konsentrasi H₂O₂

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



Gambar 1 Analisis Kadar Selulosa

Berdasarkan *Kadar α selulosa* perhitungan = $\frac{\text{Berat Berat diperoleh endapan sampel selulosa}}{\text{Kadar } \alpha\text{-selulosa}} \times 100$ sebesar 87,3%, hasil ini lebih tinggi dibandingkan dari penelitian sebelumnya. Potensi selulosa dari sabut kelapa sawit (fiber palm) yang dapat digunakan untuk lap basah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut berdasarkan persen produksi selulosa yang dihasilkan. : *Potensi produksi*

kelapa selulosa sawit (ton (ton) \times %) Palm = Fiber \times %selulosa (Dewanti, *yield selulosa* 2018) Dalam 1 ton Tandan Buah Segar (TBS) akan menghasilkan limbah sabut kelapa sawit (palm fiber) sebesar 14,4% dan total produksi kelapa sawit sebesar

Uji FTIR Selulosa

Tabel 4 Identifikasi Gugus Fungsi Hasil FTIR

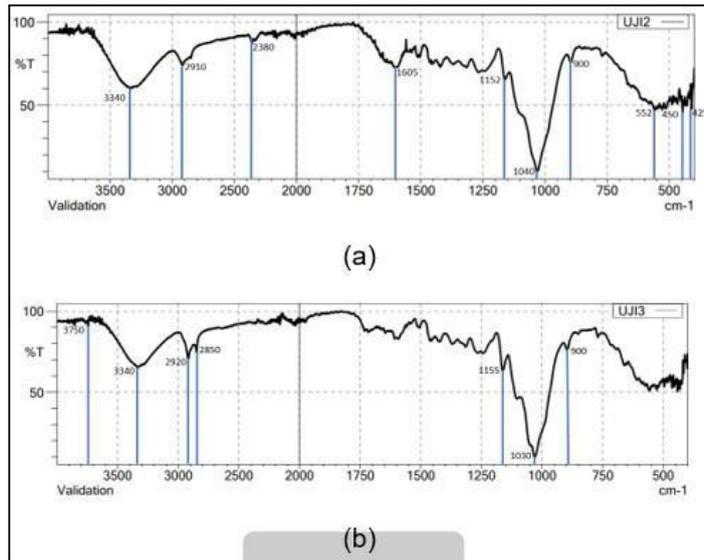
| Panjang Gelombang (cm ⁻¹) | Gugus Fungsi | Rentang Gelombang (cm ⁻¹) | Senyawa | | |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|----------|--------------|--------|
| | | | Selulosa | Hemiselulosa | Lignin |
| 1250 | -O-CH ₃ | 1440 – 1330 | | | 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 |
| 1030 | -C-O-C | 1400 – 1000 | v | | |

Semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin banyak komponen lignin dan wax yang dihilangkan dari permukaan fiber. Akibatnya, pita serapan OH menjadi lebih sempit dan lebih tajam.

Peak FTIR selulosa sabut kelapa sawit adalah ~2910 cm⁻¹ dan ~2850 cm⁻¹, masing-masing, ditunjukkan dalam gambar. Pita serapan gugus C-H alifatik, yang ditemukan pada semua jenis serat alami, terdiri dari kedua peak tersebut. Jika konsentrasi NaOH meningkat, peak akan turun, yang menunjukkan proses penghilangan lapisan hemiselulosa yang tinggi. Berdasarkan hasil delignifikasi 10% sabut kelapa sawit dengan NaOH dan tiga kali bleaching dengan 50% H₂O₂, spektrum 1425 cm⁻¹ dan 1453 cm⁻¹ menunjukkan daerah serapan dengan gugus fungsi C=C yang menunjukkan penurunan. Ini menunjukkan bahwa ada gugus C=C pada bilangan gelombang peak pada area ~960 cm⁻¹ dan ~980 cm⁻¹. Berdasarkan hasil delignifikasi sabut kelapa sawit dengan 10% NaOH dan tiga kali bleaching dengan 50% H₂O₂, hasilnya menunjukkan spektrum di 1425 cm⁻¹ dan 1453 cm⁻¹ sebagai daerah serapan dengan gugus fungsi C=C yang menunjukkan bahwa ada penurunan lignin dalam selulosa. Pada area 1250 cm⁻¹, terdeteksi peak yang menunjukkan gugus -O-CH₃ dari komponen lignin, dan pengobatan alkali menghilangkan lignin, sehingga menurunkan spektrum di daerah Pada area 3340 cm⁻¹, puncak menunjukkan gugus hidroksil -OH dari ikatan selulosa dan ikatan intra-hidrogen dari air yang terserap.

(Setiawan, 2019).

Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa perlakuan bleaching menghilangkan hemiselulosa dan lignin dari permukaan fiber, yang mengubah struktur kimia sabut kelapa sawit.

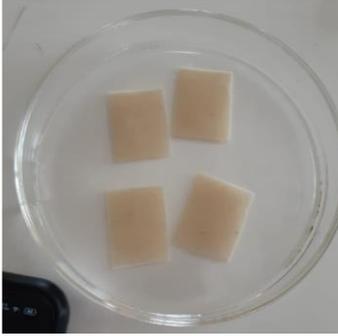


Gambar 2 Spektrum FTIR Selulosa Sabut Kelapa Sawit (a) Selulosa Non-Bleaching (b) Selulosa Bleaching

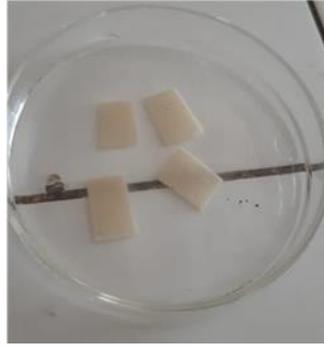
Uji Warna

Kertas tisu sampel 7 yang telah memiliki kriteria lebih baik dilakukan pengujian warna dengan merendamnya pada larutan aquades selama 90 menit.

Tabel 5 Hasil Uji Warna

| Waktu (menit) | Lampiran Hasil Uji Warna |
|------------------|--|
| 60 |  |
| | Putih |

70



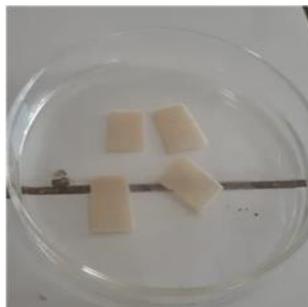
Putih

80



Putih

90



Putih

Dari hasil pada tabel dapat diperoleh hasil bahwa kertas tisu tidak mengalami pemudaran warna ketika direndam pada aquades selama 90 menit.

Uji Daya Tarik

Uji kekuatan tarik tisu dilakukan dengan menggunakan alat uji kekuatan tarik tisu atau mesin MDS. Sampel uji dibuat dalam bentuk persegi panjang dengan ukuran satu x sepuluh sentimeter.

Berikut merupakan tabel mengenai hasil uji kuat tarik dari masing-masing sampel dengan menggunakan

Tabel 6 Hasil Uji daya Tarik

| No Sampel | Nama | Tensile Strength (N/mm ²) | Elongasi (mm ²) |
|-----------|------|--|--------------------------------|
| Sampel 1 | | 0 | 0 |
| Sampel 2 | | 0 | 0 |
| Sampel 3 | | 0,223 | 0,754 |
| Sampel 4 | | 1,027 | 0,614 |
| Sampel 5 | | 5,086 | 2,565 |

tarik kuat dan panjang elongasi Elongasi adalah perubahan panjang film tertinggi sebelum putus. Pengujian elongasi dilakukan dengan membandingkan panjang bahan sebelum uji tarik. Perbedaan besar dalam uji kuat tarik ini disebabkan oleh perubahan dalam campuran komposisi bahan. Perubahan ini akan mempengaruhi morfologi tisu.

Setiap bahan memiliki sifat tersendiri dalam perekatan selulosa. Pemberian larutan binder dengan komposisi perbandingan yang cukup besar mengakibatkan tisu jauh lebih kaku dan lentur. Pemberian terlalu banyak akan menutupi bagian permukaan atas selulosa sehingga cairan ekstrak tidak dapat menyerap ke dalam lapisan selulosa. Sampel 5 dan 8 menunjukkan hal ini. Sampel 1, 2 dan 9 menunjukkan bahwa jika VCO, talk, dan tapioka diberikan dalam jumlah yang berlebihan, mereka akan mengisi sebagian besar ruang pada selulosa, sehingga ikatan antar selulosa terpisah menjauh dan sangat mudah rapuh. Sampel 7 memiliki larutan binder hanya berfungsi sebagai perekat antar selulosa, sehingga kekuatan daya tariknya paling tinggi.

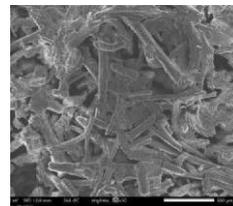
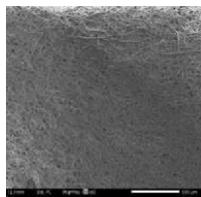
Uji Analisis Morfologi Serat Menggunakan

Scanning Electron Microscope (SEM)

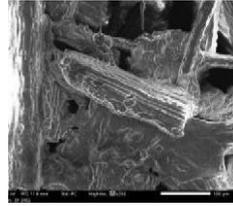
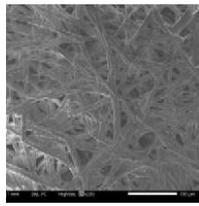
Tabel 7 Hasil Uji SEM

| Perbesaran (kali) | <i>Bleaching</i> (a) | <i>Unbleaching</i> (b) |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|
|----------------------|-------------------------|---------------------------|

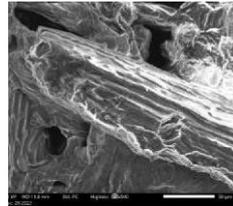
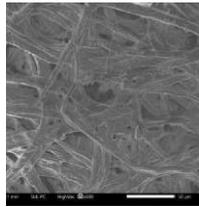
50



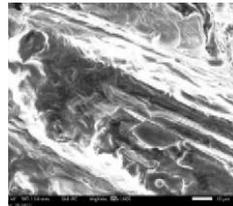
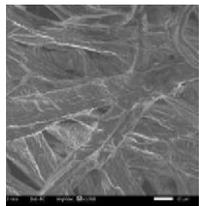
250



500



1000



Tabel 7 menunjukkan perubahan morfologi pada serat tisu bleaching dan unbleaching. Gambar bleaching (a) menunjukkan struktur permukaan yang lebih halus, dengan serat yang saling terikat dan tersusun rapi, sedangkan gambar unbleaching (b) menunjukkan struktur permukaan yang kasar, dengan ruang antar serat tetap ada. Penurunan kadar lignin dipengaruhi oleh proses delignifikasi. Suhu pemasakan selama 60 menit pada 121oC dapat meningkatkan kadar selulosa karena lignin melunak dan dikurangi oleh NaOH. Suhu pemasakan juga mempengaruhi struktur ikatan lignin. Banyak ikatan selulosa terbebas karena reaksi pemutusan yang sangat kuat pada ikatan lignin dan hemiselulosa. Selama proses pencucian, hidrogen peroksida dapat memecahkan rantai lignin menjadi lebih pendek, yang memungkinkan lignin larut dalam air. Akibatnya, kadar lignin turun. Menurut Fengel dan Wegener (1995). Selain itu (Jayanudin dkk, 2010).

Uji Keteruraian Terhadap Lingkungan

(Biodegradable) Uji biodegradasi dilakukan dengan mengukur kerusakan sampel tisu basah biodegradable dari sabut kelapa sawit dan tisu basah komersial. Pada uji biodegradability, sampel terbaik dari hasil sheeting (sampel 7) dibandingkan dengan sampel tisu basah komersial untuk mengetahui tingkat kerusakan sampel.

Tabel 8 Daya Urai Biodegradable Wet Wipes vs Tisu Basah Komersial

| No. | Nama Sampel | Tensile Strength (N/mm ²) | | Elongasi (mm ²) |
|-----|-------------|---------------------------------------|-------|-----------------------------|
| 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 | |

Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap kedua sampel setelah 1 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari. Diperoleh hasil bahwa yang memiliki tingkat biodegradabilitas tinggi adalah Biodegradable wet wipes dari sabut kelapa sawit. Jika dibandingkan dengan tisu basah komersial, biodegradable wet wipes dari sabut kelapa sawit sudah dapat terdegradasi secara sempurna pada hari ke-7. Sangat berbeda dari tisu komersial, yang hanya mencapai tingkat biodegradasi 4,4% pada hari ketujuannya. Menurut Mote Marine Lab Sarasota dari US National Park Service, tisu dengan basis kertas membutuhkan waktu dua hingga enam pekan untuk terurai. Biodegradable wet wipes dari sabut kelapa sawit memiliki tingkat biodegradasi yang lebih cepat karena sifat fisisnya, yaitu pori-pori yang lebar yang membuatnya mudah hancur dan mudah menyerap air dalam waktu singkat, yang mempercepat proses hidrolisis. Selain itu, mereka mengandung selulosa dan hemiselulosa, yang membuatnya lebih mudah untuk diurai.

Karakterisasi Hasil Ekstrak Flavonoid Daun Kelapa Sawit: Dalam percobaan yang dilakukan, komposisi massa, volume, dan residu dari ekstrak tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Komposisi Massa dan Volume Distilat dan Residu

| Replikasi | Massa (g) Distilat | Residu | Volume (Distilat) | m 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 buku Chemical Engineers' Handbook (Perry, 1997) pada tabel 2-110 dengan menghubungkan nilai densitas dan kadar pada komponen zat volatil (etanol) yang diukur pada suhu ruangan 300C didapatkan:

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

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

=

= 9,202%

Menghitung %recovery distilat

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

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

= $\frac{11161230,001 \text{ gram}}{1161230,001 \text{ gram}} \times 100\%$

= 91,12%

Uji Kandungan

1. Uji Fitokimia Kualitatif

Uji Flavonoid

Terjadi perubahan warna pada ekstrak daun kelapa sawit menjadi merah, kuning atau jingga terjadi karena flavonoid yang tereduksi dengan Mg dan HCl. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kelapa sawit mengandung senyawa flavonoid.

Uji Alkaloid

Terdapat endapan dan perubahan warna pada ekstrak daun kelapa sawit berturut-turut kuning-merah lembayung dan jingga. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak flavonoid daun kelapa sawit mengandung senyawa alkaloid. c. Uji Tanin

Terjadi perubahan warna dan terbentuknya endapan berwarna hijau kehitaman pada ekstrak daun kelapa sawit. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak flavonoid daun kelapa sawit mengandung senyawa tanin. d. Uji Saponin

Ekstrak flavonoid daun kelapa sawit mengeluarkan buih atau gelembung udara. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak flavonoid daun kelapa sawit mengandung senyawa saponin.

Tabel 11 Hasil Uji Fitokimia Kualitatif

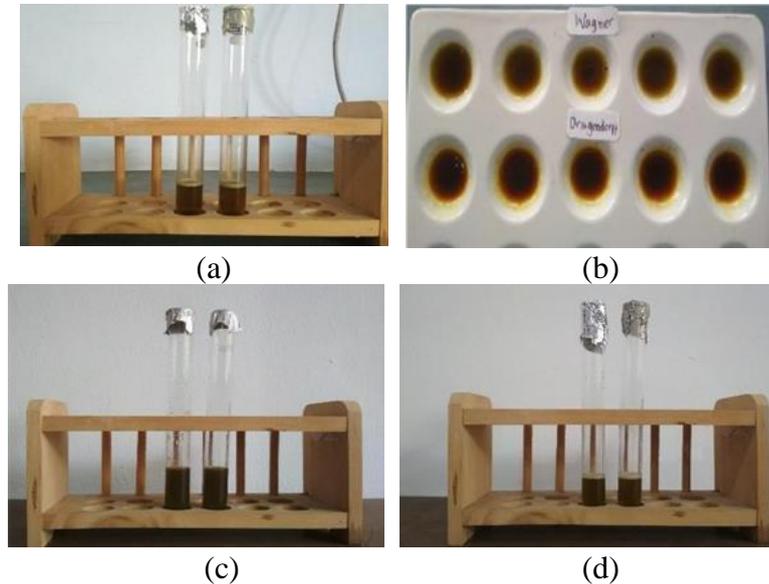
| Senyawa | Hasil Uji Fitokimia Kualitatif | Uji Keterangan |
|-----------|---------------------------------|--|
| Flavonoid | Terjadi perubahan warna | + menjadi kuning, jingga atau kemerahan. |
| Alkaloid | Terbentuk endapan dan perubahan | + warna kuning-merah lembayung dan jingga. |

Tanin
kehitaman.

+ Terjadi perubahan warna dan terbentuknya endapan berwarna hijau

Saponin

Terbentuk buih stabil +



Gambar 3 Hasil Uji Fitokimia Kualitatif (a) Flavonoid; (b) Alkaloid;(c)Tanin;(d)Saponin

2. Uji Fitokimia Kuantitatif

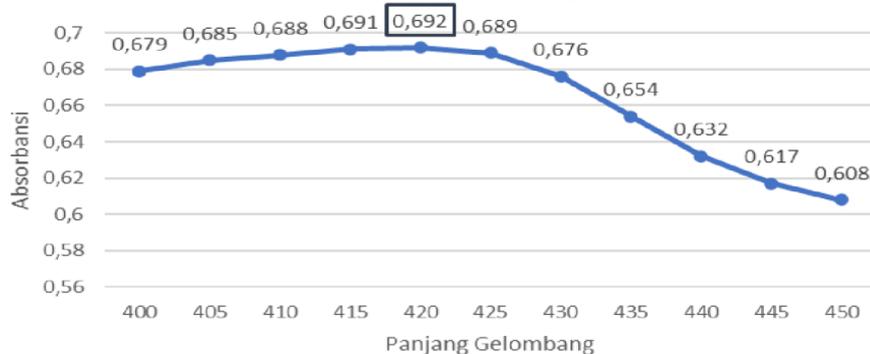
Terlebih dahulu, untuk mengetahui kadar flavonoid, panjang gelombang maksimum pada larutan induk kuersetin 1000 ppm harus diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400–450 nm. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum larutan induk kuersetin adalah sebagai berikut:

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 | Maks |
| 6 | 425 | 0,689 | |

| | | |
|----|-----|-------|
| 7 | 430 | 0,676 |
| 8 | 435 | 0,654 |
| 9 | 440 | 0,632 |
| 10 | 445 | 0,617 |
| 11 | 450 | 0,608 |

Panjang gelombang maksimum sampel adalah 420 nm, dan serapan diukur pada puncak kurva panjang gelombang maksimum untuk memastikan serapan tertinggi untuk setiap konsentrasi. Dari data ini, kurva panjang gelombang maksimum berikut dibuat:



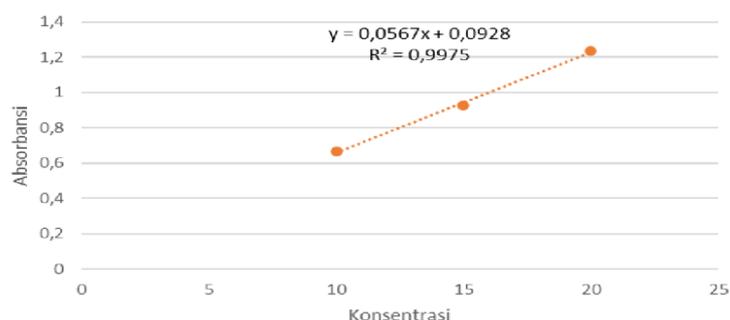
Gambar 4 Kurva Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin

Selanjutnya, untuk mengetahui hubungan antara larutan dan nilai absorbansinya, konsentrasi sampel harus ditentukan pada 10, 15, atau 20 ppm. Kemudian, absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum yang dihasilkan, 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 hasil konsentrasi dan absorbansi dapat digambarkan kurva kalibrasi kuersetin berupa grafik yang dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5 Kurva Kalibrasi Kuersetin

Dengan menggunakan kurva kalibrasi kuersetin yang diamati dengan spektrofotometri UV-Vis di atas, persamaan garis regresi linier $y = 0,0567x + 0,0928$ dapat digunakan untuk menghitung total kadar flavonoid. Nilai x kemudian disubstitusikan dalam rumus untuk menghitung kadar flavonoid total (Yeti, 2021). Selanjutnya, kadar senyawa flavonoid diukur pada sampel. Dengan konsentrasi sampel 98 ppm, data berikut menunjukkan absorbansi dan kadar total flavonoid ekstrak flavonoid daun kelapa sawit.

Tabel 14 Hasil pengukuran kadar flavonoid total

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

Dari nilai absorbansi tersebut dapat diketahui konsentrasi flavonoid dari ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dengan menggunakan persamaan regresi linear menghasilkan kadar flavonoid total dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit yaitu 12,01%.

Uji Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan untuk menentukan potensi efek ekstrak flavonoid daun kelapa sawit terhadap mikroorganisme. Rata-rata—Tabel berikut menunjukkan diameter zona hambat rata-rata untuk setiap perlakuan:

Tabel 14 hasil zona hambat pengukuran 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) dalam Rita (2010) Menyebutkan bahwa zona hambat dengan diameter lebih dari 20 mm memiliki aktivitas penghambatan yang sangat kuat; zona hambat dengan diameter 10–20 mm dianggap kuat; zona hambat dengan diameter 5–10 mm dianggap sedang; dan zona hambat dengan diameter di bawah 5 mm dianggap lemah.

Menurut penelitian, ekstrak flavonoid daun kelapa sawit dengan konsentrasi 10% dianggap memiliki aktivitas penghambatan sedang terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922. Mereka juga dianggap memiliki aktivitas penghambatan kuat terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 pada konsentrasi 10% hingga 15%.

Tabel 15 Uji Homogenitas Persebaran Data Uji Antibakteri

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

merupakan hasil uji homogenitas yang dilakukan dengan tingkat kepercayaan tingkat 95% menggunakan metode Bonett dan Lavene dan aplikasi Minitab. Nilai P-value dari data tersebut lebih besar dari α (0,05), yang menunjukkan bahwa data tersebut memiliki varian yang sama atau homogen. Oleh karena itu, karena data homogen, ANOVA satu arah dapat digunakan.

Tabel 16 Uji Normalitas Persebaran Data Diameter Zona Hambat Bakteri

| Jenis Bakteri | P-Value | Keterangan |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | >0,100 | Distribusi normal |
| <i>Escherichia coli</i> | >0,100 | Distribusi normal |

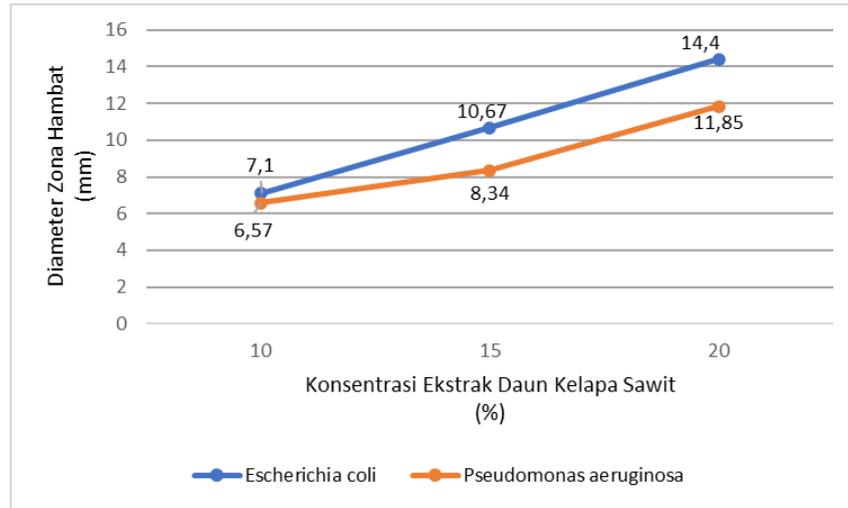
menunjukkan hasil uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dengan hasil nilai P-Value pada kedua bakteri lebih besar dari nilai signifikansi 0,05 ($Pvalue > \alpha$) yang berarti data tersebut terdistribusi dengan normal dan layak untuk dilakukan uji ANOVA *One-way*.

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

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

Untuk menentukan hubungan antara pengaruh zona hambat ekstrak terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, uji bivariat menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) One-Way digunakan. Dengan taraf kepercayaan sebesar 95%, data menunjukkan P-value sebesar 0,048 atau P-value $< \alpha$ (0,05). Ada cukup bukti untuk menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Escherichia*

coli dan *Pseudomonas aeruginosa* secara signifikan pada diameter zona hambat.



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

Gambar di atas menunjukkan bahwa daya hambat yang ditimbulkan meningkat dengan konsentrasi ekstrak. Kandungan zat aktif antibakteri dalam ekstrak flavonoid daun kelapa sawit tinggi, yang membuatnya lebih tahan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Ini ditunjukkan oleh konsentrasi yang tinggi. Flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin adalah kelompok senyawa dalam ekstrak cangkang kelapa sawit yang memiliki sifat antibakteri. (Cushnie dan Lamb 2005) menyatakan bahwa sebagai akibat dari interaksi flavonoid dengan DNA bakteri, mereka merusak permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom. Robinson (1995) menyatakan dalam Anggraini (2019) bahwa alkaloid memiliki sifat antibakteri dan penghambatan dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri. Selain itu, Cannell (1998) menyatakan bahwa tanin bertindak sebagai antibakteri dengan merusak permeabilitas dinding sel, yang dapat menyebabkan kematian sel. Tanin merusak dinding polipeptida dinding sel bakteri, yang mengakibatkan pembentukan dinding sel menjadi k

Uji Iritasi

Penelitian ini mengambil 4 sukarelawan pada rentang usia 18-25 tahun, lalu tisu ditempelkan di area bawah telinga pada 4 sukarelawan selama 2 jam dan didapatkan hasil negatif iritasi pada kulit keempat relawan.

Tabel 18 Uji Iritasi

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

Keterangan:

(+) : kulit gatal

(++) : kulit kemerahan

(+++): kulit bengkak
(-): tidak ada iritasi

Tabel 19 Tabel Hasil Uji Iritasi Pada Sukarelawan

| Sukarelawan | Lampiran Hasil Uji Iritasi |
|-------------|--|
| A |  |
| B |  |
| C |  |
| D |  |

Uji pH

Alat pH meter digital dan kertas indikator pH digunakan untuk menguji pH. Pengujian dengan alat pH meter digital menunjukkan bahwa campuran komposisi tisu basah dan ekstrak flavonoid daun kelapa sawit berada pada skala 7.- 7,29 serta pada kertas indikator pH menunjukkan nilai pH 7. Sehingga aman untuk digunakan, dengan standar pH tisu basah adalah 7,2 7,4.

Uji Antiseptik

Hasil pengujian antiseptik pada larutan ekstrak pada tisu basah biodegradable untuk mengurangi jumlah koloni bakteri pada tangan 12 probandus ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 20 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 kuman yang terkandung pada tangan 12 orang probandus saat sebelum ditetesi larutan ekstrak pada ketiga variasi konsentrasi berjumlah pada rentang 130 ribu hingga 190 ribu koloni, sedangkan sesudah ditetesi larutan ekstrak dengan ketiga konsentrasi berbeda berjumlah pada rentang 9800 hingga 58 ribu koloni. Terjadi cukup adanya penurunan yang signifikan pada setiap perlakuan konsentrasi.

KESIMPULAN

Tisu basah biodegradable berbahan dasar selulosa sabut kelapa sawit yang dikombinasikan dengan ekstrak tannin daun benalu kelapa sawit sebagai agen antibakteri, merupakan inovasi yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Dengan meningkatnya permintaan tisu basah selama masa pandemi Covid-19 hingga era new normal, produk ini menawarkan solusi untuk mengurangi dampak negatif tisu basah konvensional yang sulit terurai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tisu basah biodegradable ini memiliki tingkat keteruraian yang jauh lebih cepat serta tidak menimbulkan iritasi pada kulit. Selain itu, kandungan flavonoid dalam ekstrak daun benalu kelapa sawit terbukti efektif melawan bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, sehingga menjadikan produk ini tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga aman digunakan sebagai produk perawatan pribadi sehari-hari..

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, W., Nisa, S. C., Ramadhani DA, R., dan Ma'arif ZA, B. 2019. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol 96% buah Blewah (*Cucumis melo L. var. cantalupensis*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 5(1):61-66.
- Kurama, G. M., Maarisit, W., Karundeng, E. Z., dan Potalangi, N. O. 2020. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun benalu langsung (*dendrophthoe sp*) terhadap bakteri *klebsiella pneumoniae*. *Biofarmasetikal Tropis (The Tropical Journal of Biopharmaceutical)*. 3(2):27-33.
- Pujokaroni, A. S., Marseno, D. W., dan Pranoto, Y. 2022. Sintesis dan karakterisasi sodium karboksimetil selulosa dari serabut kelapa sawit. *Journal of Tropical AgriFood*. 3(2):101-

- Rachmawati, I., Rahayu, T. P., dan Kiromah, N. Z. W. 2023. Formulasi sediaan tisu basah ekstrak etanol daun pandan wangi (*Pandanus Amaryllifolius*) sebagai antibakteri. In *Prosiding University Research Colloquium*. 2(1):371-380.
- Rahayu, S. A., dan Nurwenda, V. 2023. Uji aktivitas antibakteri berbagai merek tisu basah yang beredar sekitar wilayah sumedang terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. *Pharmaceutical Science and Clinical Pharmacy*. 1(1):17-23.
- Rahmasita, M. E., Farid, M., dan Ardhyanta, H. 2017. Analisa morfologi serat tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan penguat komposit absorpsi suara. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2):A787-A792.
- Shruti, V. C., Pérez-Guevara, F., dan Kutralam-Muniasamy, G. 2021. Wet wipes contribution to microfiber contamination under COVID-19 era: An important but overlooked problem. *Environmental Challenges*. 5(1):100267-100274.
- Tenriawaru, E. P., Kasi, P. D., dan Supu, I. 2020. Analisis sifat fisik bioselulosa berbahan dasar limbah pulp kakao. *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 2(1), 6-11.
- Zhang, Y., Wen, Z., Lin, W., Hu, Y., Kosajan, V., dan Zhang, T. 2021. Life-cycle environmental impact assessment and plastic pollution prevention measures of wet wipes. *Resources, Conservation and Recycling*. 174(1):105803- 105812.
- Alfathy. 2017. 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*. Vol 2, No 1, Page 25-27.
- Ali, S. M. and Yosipovitch, G. 2013. *Skin pH : From Basic Science to Basic Skin*. Care, Department of Dermatology. Wake Forest University Baptist.
- Anggraini, Wirda. et al. 2019. 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.
- Bahri, Syamsul. 2015. Pembuatan Serbuk Pulp dari Daun Jagung. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 4, no. 1, pp. 46-59.
- Cannell, R.J.P. 1998. *Natural Products Isolation Methods in Biotechnology*; 4. Totowa : Humana Press.
- Cushnie, T.P., dan A.J. Lamb. 2005. Review antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, Vol. 26: 343–356.
- Fengel, D., Wegener, G. 1995. *Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Jayanudin, Hartono, R., Jamil, N.H. 2010. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemutihan Serat Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Semarang, Indonesia: Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- Lestari, Sri Indah. 2018. Uji Perbandingan Komposisi Beberapa Jenis Limbah Pertanian Sebagai Bahan Pembuatan Kertas Daur Ulang. *Universitas Sumatera Utara*
- Lismeri, L., Lia, L., & Darni, Y. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Pretreatment Alkali pada Isolasi Selulosa Limbah Batang Pisang. *Jurnal of Chemical Process Engineering*, 1(4).
- Malik. Abd. 2014. Skrining Fitokimia dan Penetapan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Metanolik Herba Boroco (*Celosia argenta L.*). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. Vol 1, No 1. Universitas Muslim Indonesia.
- Ngajow M, Abidjulu J, Kamu VS. 2013. Pengaruh antibakteri ekstrak kulit batang matoa (*Pometia pinnata*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 2(2). h. 128-32.
- Perry. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. New York: McGraw Hill.