

PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN BAMBU TALI (*Gigantochloa apus*) SEBAGAI ZAT ANTIBAKTERI PADA KAIN KAPAS
*UTILIZATION OF TALI BAMBOO LEAF EXTRACT (*Gigantochloa apus*) AS AN ANTIBACTERIAL AGENT IN COTTON FABRIC*

Hardianto*, Miftah Farid Mubarak, Alisya Nurbaitis, Asiyah Wardah Salimah
Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272, Indonesia

*Penulis korespondensi:
Alamat Email: hardianto@kemenperin.go.id

Tanggal diterima: 15 Maret 2023, direvisi: 30 November 2023,
disetujui terbit: 01 Desember 2023

Abstrak

Kain kapas merupakan kain yang terbuat dari serat alam yang masih masif digunakan karena memiliki beberapa kelebihan. Akan tetapi, kain kapas juga memiliki kekurangan yaitu adanya kemungkinan menjadi tempat berkembangnya bakteri. Hal tersebut dapat diatasi salah satunya dengan proses penyempurnaan antibakteri sehingga diperoleh kain yang memiliki ketahanan terhadap bakteri. Pada penelitian ini digunakan ekstrak daun bambu tali (*Gigantochloa apus*) yang diambil dengan cara pemanasan dalam akuades dengan vlot 1:5 pada suhu 60°C selama 4 jam sebagai zat antibakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada kain. Terdapat dua jenis larutan penyempurnaan, yaitu: (1) ekstrak daun bambu tali, zat pengikat silang (asam sitrat), dan katalis (aluminium sulfat); dan (2) ekstrak daun bambu tali, zat pengikat silang (binder GSL), dan katalis (diamonium fosfat). Metode penyempurnaan yang digunakan yaitu metode *pad-dry-cure* dengan WPU sebesar 80% dan suhu pemanas-awetan yang divariasikan pada suhu 160°C dan 170°C. Pengujian yang dilakukan pada kain tersebut ialah pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan pengujian sifat fisika kain meliputi kekuatan tarik, mulur kain dan kekuatan sobek kain metode Elmendorf. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun bambu tali 70 ml dengan zat pengikat silang asam sitrat 10% dan katalis aluminium sulfat 1% yang diaplikasikan pada kain kapas dengan suhu pemanasawetan 170°C memberikan hasil paling baik, yaitu memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori cukup dengan diameter zona hambat sebesar 6 mm. Selain itu, penyempurnaan antibakteri ini tidak menyebabkan perubahan sifat fisika kain (kekuatan tarik, mulur kain, dan kekuatan sobek) yang signifikan secara statistika.

Kata Kunci: Penyempurnaan antibakteri, kain kapas, daun bambu tali, asam sitrat, pemanas-awetan

Abstract

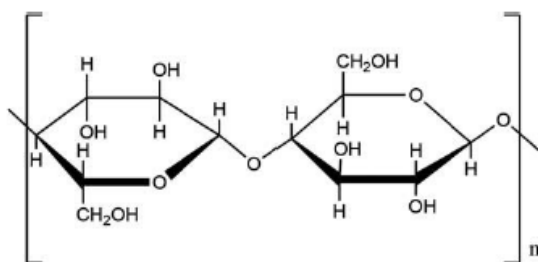
*Cotton fabric is manufactured from natural fibres and is still frequently used today due to its numerous benefits. Cotton fabric, on the other hand, has drawbacks including the likelihood of bacteria growth. This can be avoided by creating bacteria-resistant fabrics with an antibacterial finishing procedure. In the present study, Tali bamboo leaf extract (*Gigantochloa apus*) was employed as an antibacterial agent to prevent bacterial growth on cotton fabric. It was prepared by boiling it in distilled water with a 1:5 liquor ratio at 60°C for 4 hours. There were two types of finishing solutions, namely (1) Tali bamboo leaf extract, cross-linking agent (citric acid), and catalyst (aluminium sulfate); and (2) Tali bamboo leaf extract, cross-linking agent*

(GSL binder), and catalyst (diammonium phosphate). The pad-dry-cure method was used, with a WPU of 80% and two curing temperatures of 160°C and 170°C. An agar test was used to determine the antibacterial activity of the finished fabrics against *E. coli* bacteria. Physical properties of the fabrics evaluated were tensile strength, elongation at break, and tear strength. The results demonstrated that Tali bamboo leaf extract (70 ml) with cross-linking agent citric acid (10%) and catalyst aluminum sulfate (1%) applied to cotton fabric with a heating temperature of 170°C gave the best results, namely having antibacterial activity with an inhibition zone diameter of 6 mm. In addition, this antibacterial finish did not significantly alter the fabric's physical properties (tensile strength, elongation at break, and tear strength) according to statistical analysis.

Keywords: Antibacterial finishing, cotton fabrics, Tali bamboo leaf, citric acid, curing

PENDAHULUAN

Kain kapas terbuat dari serat kapas yang memiliki kandungan selulosa yang besar meskipun proporsinya dipengaruhi oleh sumber perolehan kapas dan kondisi pertumbuhan. Bahkan, untuk serat kapas tertentu, komposisinya berbeda antara permukaan dan bagian dalam serat. Selulosa dibentuk oleh kondensasi polimerisasi β -D-glukopiranos, dengan cincin terhubung melalui ikatan 1,4-glikosidik seperti disajikan pada Gambar 1 (Mather & Wardman, 2015). Kadar selulosa yang tinggi berpotensi untuk diserang oleh bakteri karena mengandung karbohidrat yang melimpah (Beguin, 1990).



Gambar 1. Struktur Selulosa Serat Kapas (Mather & Wardman, 2015)

Permasalahan ini dapat diatasi apabila kain kapas memiliki sifat antibakteri yang dapat diperoleh dari proses penyempurnaan secara kimia dengan bantuan zat antibakteri. Ada berbagai macam zat antibakteri yang dapat digunakan seperti triklosan dan triklokarban. Hasil konsensus lebih dari

200 ilmuwan dan ahli medis menyatakan bahwa penggunaan kedua zat tersebut berbahaya terhadap lingkungan dan beresiko terhadap kesehatan manusia (Halden et al., 2017). Untuk itu diperlukan alternatif zat antibakteri yang ramah lingkungan dan aman bagi manusia. Salah satu sumber zat antibakteri tersebut dapat diambil dari alam, yaitu bambu (Wróblewska et al., 2018).

Bambu merupakan tanaman potensial dengan sumber kandungan senyawa bioaktif. Bagian batang bambu banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk bahan bangunan, pagar, lantai, perabot rumah tangga (Indriatie et al., 2019). Bagian daunnya dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan obat tradisional di China (Gong et al., 2015). Dalam bidang tekstil, batang bambu biasanya dimanfaatkan untuk bahan pembuatan serat bambu dan bagian bambu lainnya seperti daun belum banyak dimanfaatkan. Salah satu jenis bambu yang dapat dimanfaatkan bagian daunnya ialah bambu tali (*Gigantochloa apus*) (Rusliyani, 2013).

Agustina (2017) dan (Rusliyani, 2013) telah melakukan pengekstrakan daun bambu tali untuk digunakan sebagai zat antibakteri terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus*. Dari hasil penelitian ekstrak daun bambu tersebut diperoleh informasi bahwa kandungan metabolit sekunder daun bambu tali dapat

menghambat aktivitas bakteri. Kandungan metabolit sekunder yang dimaksud ialah seperti fenol, flavonoid, alkaloid, saponin dan lain-lain. Hasil ekstraksi bambu tali menggunakan media metanol diketahui mengandung turunan fenol sebesar 2,23%, hidrokarbon siklik (1-limonene dan corylone) 1,03%, hidrokarbon alifatik 0,47%, asam lemak dan ester 69,11%, palmiton 1,22%, alkohol rantai panjang 4,02%, senyawa yang mengandung nitrogen 4,35%, serta kandungan lain-lain sebesar 3,83% (Mulyono et al., 2013).

Ekstrak daun bambu tali yang dilakukan oleh Rusliyani (2013) mengandung alkaloid positif kuat. Alkaloid memiliki beberapa peranan, salah satunya sebagai zat antibakteri yang mekanismenya adalah mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, pada akhirnya pembentukan dinding sel bakteri tidak sempurna sehingga menyebabkan sel tersebut mati. Alkaloid juga dapat mengganggu metabolisme bakteri dengan cara menghambat pembentukan sintesis protein (Anggraini et al., 2019).

Sejauh ini belum ditemukan publikasi yang mengaplikasikan ekstrak daun bambu tali pada material tekstil seperti kain kapas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas antibakteri ekstrak daun bambu tali yang diaplikasikan pada kain kapas.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: kain kapas berjenis *baby canvas* dengan gramasi sebesar 290 g/m², daun bambu tali, asam sitrat, aluminium sulfat, binder GSL, diamonium fosfat (DAP), akuades.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: gelas kimia, gelas ukur, nampan, pipet ukur, pengaduk kaca, corong, neraca analitik, termometer, *blender*, kain saring, kertas saring, mesin *stenter* laboratorium, *waterbath*, mesin *padder*, TensoLab *Strength Tester*, dan Elmendorf *Tear Strength Tester*.

Prosedur Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini ialah persiapan alat dan bahan. Daun bambu tali yang telah diperoleh dari penjual dipersiapkan dengan cara dibersihkan dari kotoran lalu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah terik panas matahari selama 2 hari hingga daun benar-benar kering. Setelah itu, daun bambu tali kemudian dicacah menggunakan *blender*.

Daun bambu tali yang telah siap kemudian dipanaskan dalam pelarut akuades dengan vlot 1:5 pada suhu 60°C selama 4 jam. Kemudian, disaring menggunakan kain saring dan kertas saring untuk memisahkan larutan ekstrak dengan residu.

Ekstrak daun bambu tali kemudian dipersiapkan untuk dijadikan larutan penyempurnaan dengan penambahan zat pengikat silang dan katalis dengan

Tabel 1 Resep Larutan Penyempurnaan

Sampel	Ekstrak Daun Bambu (ml)	Zat pengikat silang		Katalis		Suhu Curing (°C)	Waktu Curing (menit)
		Asam sitrat (% w/v dari ekstrak)	Binder GSL (g/l)	Al. sulfat (% dari As. sitrat)	DAP 1:2 (% dari Binder GSL)		
1(a)	70	10	-	1	-	160	3
1(b)	70	10	-	1	-	170	3
2(a)	70	-	40	-	10	160	3
2(b)	70	-	40	-	10	170	3

resep pada Tabel 1. Penggunaan asam sitrat sebagai zat pengikat silang di dasarkan pada penelitian Ketema et al. (2020), sementara penggunaan binder sebagai pengikat silang didasarkan pada penelitian Gustiani et al. (2019). Lalu, proses penyempurnaan antibakteri dilakukan dengan metode *pad-dry-cure*. Kain kapas dibenam (*dip*) dalam larutan penyempurnaan antibakteri selama 30 menit. Kemudian diperas (*padding*) menggunakan rol *padder* dengan WPU 80%. Kain dikeringkan menggunakan mesin *stenter* pada suhu 100°C selama 5 menit. Kain kapas dipanas-awetkan (*curing*) menggunakan mesin *stenter* dengan variasi suhu 160°C dan 170°C selama 3 menit. Kain dicuci menggunakan air mengalir dan larutan *Teepol* dan dikeringkan kembali menggunakan mesin *stenter* pada suhu 100°C selama 5 menit.

Pengujian Antibakteri

Uji antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli*. Pengujian antibakteri pada material tekstil dilakukan dengan merujuk pada AATCC 147-2004 (AATCC, 2004) untuk pengujian secara kualitatif menggunakan metode *Kirby-Bauer*. Spesimen uji (kain kapas) ditempatkan pada cawan berisi nutrisi agar yang telah dilapisi inokulum bakteri. Setelah masa inkubasi, daerah hambat yang terbentuk di sekeliling sisi spesimen uji mengindikasikan aktivitas antibakteri spesimen tersebut. Tingkat kekuatan antibakteri dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Resistensi Mikroba (AATCC 147-2004)

Diameter Zona Hambat	Daya Hambat	Resistensi Mikroba
> 20 mm	Sangat kuat	Sangat sensitif
10 – 20 mm	Kuat	Sensitif
5 – 10 mm	Cukup/medium	Kurang sensitif
< 5 mm	Kurang	Resisten

Diameter rata-rata zona hambat di sekeliling spesimen dihitung dengan persamaan 1 berikut ini:

$$W = \frac{(T - D)}{2} \quad (1)$$

W adalah zona hambat yang dihasilkan dalam mm), T adalah total diameter spesimen uji dan zona hambat (dalam mm), dan D adalah diameter spesimen uji (dalam mm).

Pengujian Sifat Fisika Kain

Pengujian dan evaluasi kain secara fisika dilakukan pada kain blangko yang tidak dilakukan penyempurnaan dan kain sampel yang memiliki aktivitas antibakteri paling tinggi. Pengujian yang dilakukan meliputi kekuatan tarik dan mulur kain berdasarkan SNI 0276-2009 (BSN, 2009) dan kekuatan sobek kain metode Elmendorf SNI ISO 13937-1(E):2010 (BSN, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antibakteri

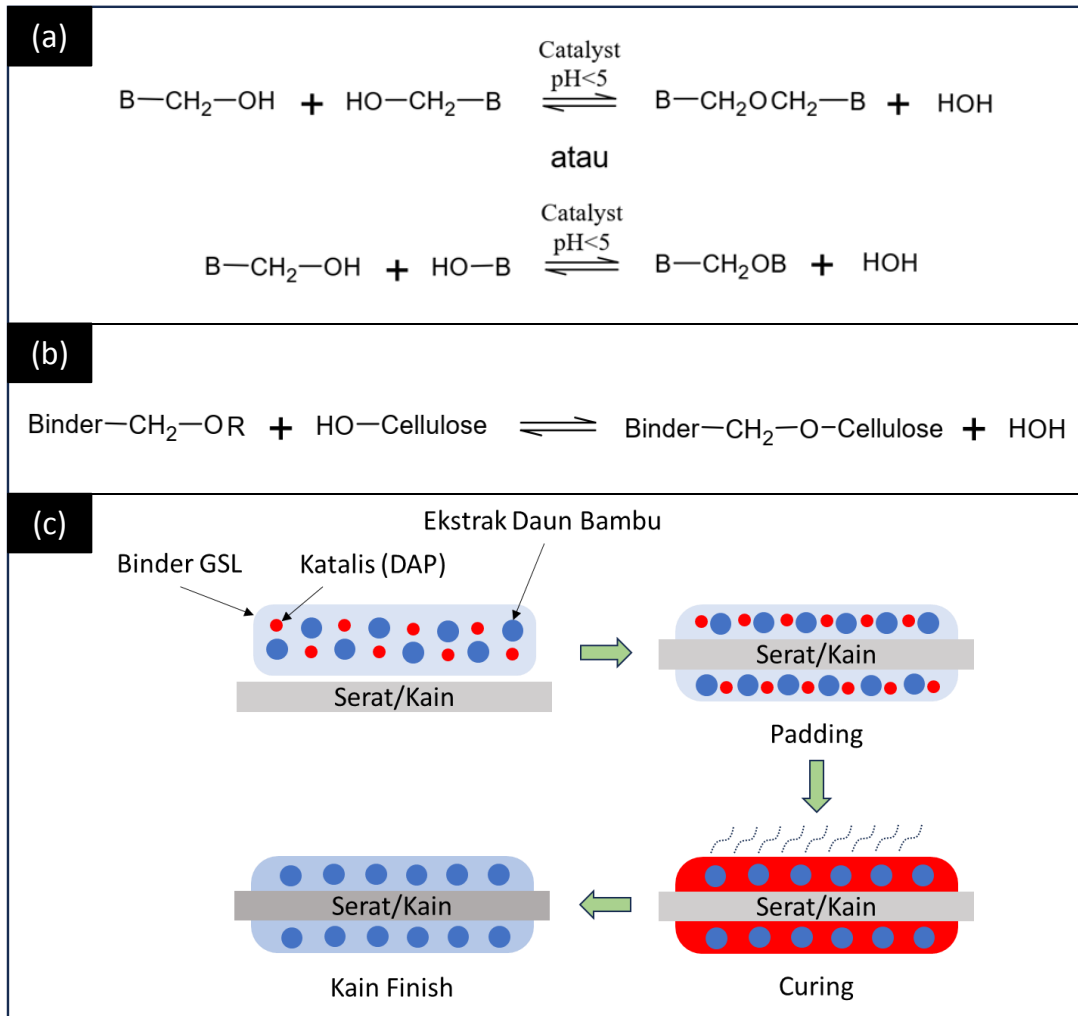
Hasil uji antibakteri dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut standar pengujian AATCC 147-2004, ketentuan daya hambat terhadap bakteri pada kain adalah sebagai berikut: lebih besar dari 20 mm sangat kuat, antara 10 – 20 mm kuat, antara 5 – 10 mm cukup, dan lebih kecil dari 5 mm kurang.

Tabel 3. Hasil Uji Antibakteri Kain Kapas yang Diproses dengan Ekstrak Daun Bambu Tali

Kain	Diameter Zona Hambat (mm)	Daya Hambat
Blangko	0	Tidak ada
Sampel 1(a)	4	Kurang
Sampel 1(b)	6	Cukup
Sampel 2(a)	0	Tidak ada
Sampel 2(b)	0	Tidak ada

Sementara sampel yang menggunakan Binder GSL dan katalis diamonium fosfat tidak memiliki aktivitas antibakteri sama sekali untuk sampel 2(a) yang

dipanas-awetkan pada suhu 160°C maupun sampel 2(b) yang dipanas-awetkan pada suhu 170°C karena tidak menunjukkan zona hambatan sama sekali (Tabel 3). Hal ini dapat disebabkan karena zat antibakteri dari ekstrak daun bambu tali tertutupi oleh lapisan film yang terbentuk dari proses polimerisasi binder yang dibantu oleh katalis diamonium fosfat. Reaksi polimerisasi binder dengan adanya katalis dalam suasana asam dapat dilihat pada Gambar 2(a) seperti yang diilustrasikan oleh Miles (1994). Reaksi antara binder dan selulosa (Dessie et al., 2021) dapat dilihat pada Gambar 2(b). Gambar 2(c) mengilustrasikan bagaimana molekul

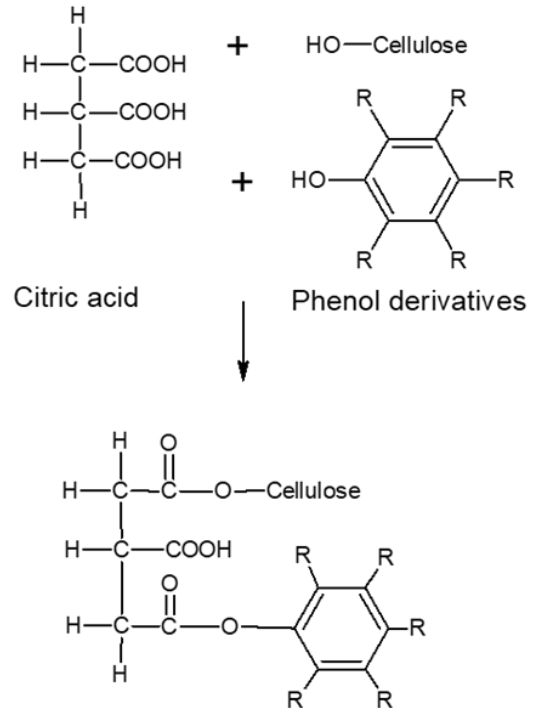


Gambar 2. Ilustrasi mengenai: (a) reaksi polimerisasi binder dengan adanya katalis (diadaptasi dari Miles (1994)); (b) Reaksi antara binder dengan selulosa; dan (c) peristiwa pelapisan binder yang berisi molekul antibakteri pada permukaan serat selulosa.

anti bakteri terperangkap dalam lapisan binder yang sudah terpolimerisasi dengan bantuan katalis.

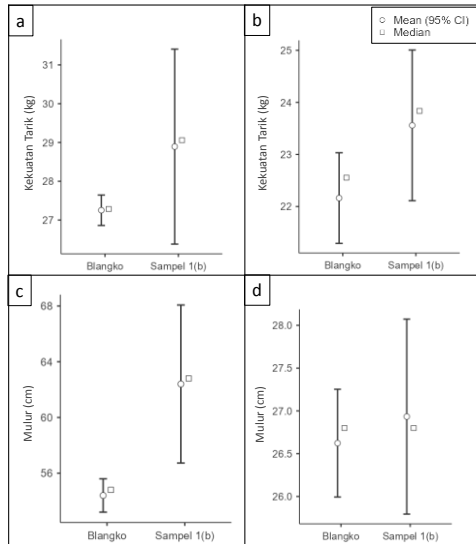
Sebagaimana pada pencapan zat warna pigmen, binder digunakan untuk membentuk lapisan film agar zat warna pigmen terperangkap di dalamnya sehingga hasil cap pigmen terlihat berwarna dan memiliki ketahanan luntur terhadap pencucian dan gosokan yang baik. Namun, ternyata penggunaan Binder GSL untuk proses penyempurnaan antibakteri ini tidak cocok karena zat antibakteri terperangkap di dalam lapisan film yang mengakibatkan tidak adanya kontak langsung antara zat antibakteri dengan bakteri yang dilawan.

Pada sampel kain dengan zat pengikat silang asam sitrat menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dengan daya hambat sebesar 4 mm dan 6 mm, masing-masing untuk sampel yang dipanas-awetkan pada suhu 160°C dan 170°C. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh suhu pemanas-awetan pada proses penyempurnaan antibakteri. Suhu yang lebih tinggi menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih baik karena suhu mempengaruhi hasil reaksi antara asam sitrat dengan selulosa dan zat antibakteri dari ekstrak daun bambu tali sehingga mempengaruhi banyaknya zat antibakteri yang diikat dari ekstrak daun bambu tali. Mekanisme reaksi antara selulosa, asam sitrat dan senyawa fenolik tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 3. Reaksi yang terbentuk antara ketiganya melibatkan dua gugus karboksilat pada asam sitrat yang berikatan dengan gugus hidroksil pada selulosa dan zat antibakteri dari senyawa turunan fenol dari ekstrak tumbuhan.



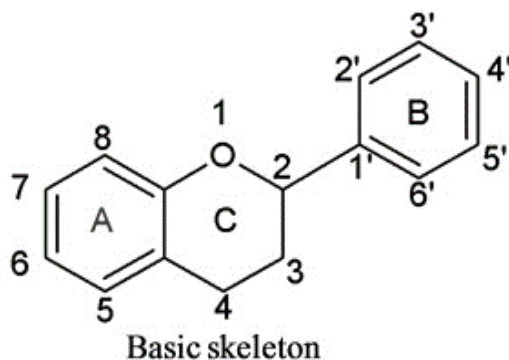
Gambar 3. Mekanisme reaksi antara Selulosa, Asam Sitrat, dan Senyawa Fenol dari Tumbuhan (Ketema et al., 2020)

Zat antibakteri dari ekstrak daun bambu tali ini berasal dari senyawa-senyawa metabolit sekunder. Menurut Joshi et al. (2009) klasifikasi senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri meliputi fenolik (sub kelas: fenol sederhana, asam fenol, kuinon, flavonoid, flavon, flavonol, tanin, dan kumarin), terpenoid, alkaloid, lektin & polipeptida serta poliasetilena. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian kandungan metabolit sekunder. Akan tetapi, kandungan metabolit sekunder dari ekstrak daun bambu tali yang diekstrak menggunakan akuades dapat dilihat dari hasil penelitian Rusliyani (2013). Dari penelitian tersebut diketahui ada dua kandungan senyawa metabolit sekunder yang tergolong antibakteri yaitu fenolik dengan sub kelas flavonoid dan alkaloid.



Gambar 4. Grafik kekuatan tarik kain: (a) arah lusi, (b) arah pakan; dan mulur kain: (c) arah lusi dan (d) arah pakan

Menurut Cushnie et al. (2005) mekanisme kerja flavonoid sebagai senyawa antibakteri dibagi menjadi tiga yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sitoplasma, dan menghambat metabolisme energi. Pada mekanisme penghambatan sintesis asam nukleat bakteri, cincin A dan B suatu senyawa flavonoid (Gambar 5) memiliki peran untuk proses interkalasi maupun ikatan hidrogen dengan cara menumpuk basa nitrogen penyusun RNA dan DNA sehingga dapat menghambat sintesis RNA dan DNA (Nomer et al., 2019).



Gambar 5. Struktur Dasar Flavonoid (Panche et al., 2016)

Flavonoid dapat menghambat fungsi membran sel bakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks dari protein ekstraseluler dan terlarut yang mengakibatkan membran sel bakteri menjadi rusak sehingga senyawa intraseluler keluar. Flavonoid juga dapat menghambat metabolisme energi melalui penghambatan penggunaan oksigen oleh bakteri (Nomer et al., 2019).

Selain flavonoid, pada ekstrak daun bambu tali terdapat senyawa alkaloid. Salah satu peran alkaloid ialah sebagai zat antibakteri yang mekanismenya menghambatnya yaitu dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri yang menyebabkan ketidaksempurnaan pembentukan lapisan dinding sel. Hal ini akan menyebabkan sel tersebut mati. Alkaloid juga dapat menghambat proses terjadinya pembentukan sintesis protein sehingga mengganggu metabolisme dari bakteri (Anggraini et al., 2019).

Kekuatan Tarik dan Mulur

Kekuatan tarik dan mulur diuji menggunakan metode pita tirus yang merujuk pada standar pengujian SNI 0276-2009 mengenai cara uji kekuatan tarik dan mulur kain tenun. Kain yang diuji yaitu kain blangko yang tidak dilakukan penyempurnaan dan kain sampel 1(b) yang memiliki aktivitas antibakteri paling tinggi.

Perbandingan rata-rata kekuatan tarik dan mulur kain blangko dan sampel 1(b) arah lusi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, sedangkan arah pakan pada Tabel 6 dan

Tabel 7. Grafik kekuatan tarik dan mulur kain dapat dilihat pada Gambar 4.

Nilai kekuatan tarik dan mulur kain mengalami perubahan walaupun

perubahannya tidak terlalu besar. Untuk itu, dilakukan uji statistika yang meliputi uji normalitas, dan *Student T-test* menggunakan *software SPSS* untuk mengetahui signifikansi pengaruh penyempurnaan antibakteri dengan ekstrak daun bambu tali terhadap kekuatan tarik dan mulur kain.

Tabel 4. Hasil Uji Kekuatan Tarik Arah Lusi

Kain	Rata-Rata Kekuatan Tarik (kg)	Standar Deviasi Kekuatan Tarik
Blangko	27,25	0,35
Sampel 1(b)	28,89	2,22

Tabel 5. Hasil Uji Kekuatan Tarik Arah Pakan

Kain	Rata-Rata Kekuatan Tarik (kg)	Standar Deviasi Kekuatan Tarik
Blangko	22,16	0,77
Sampel 1(b)	23,56	2,08

Tabel 6. Hasil Uji Mulur Arah Lusi

Kain	Mulur (%)	Standar Deviasi Mulur
Blangko	54,40	1,06
Sampel 1(b)	62,40	5,01

Tabel 7. Hasil Uji Mulur Arah Pakan

Kain	Mulur (%)	Standar Deviasi Mulur
Blangko	26,89	0,16
Sampel 1(b)	26,93	0,69

Uji normalitas Shapiro-Wilk untuk hasil kekuatan tarik arah lusi Blangko dan Sampel 1(b) yaitu masing-masing dengan nilai $p = 0,846$ dan $p = 0,877$.

Sementara untuk uji normalitas kekuatan tarik arah pakan Blangko dan Sampel 1(b), yaitu masing-masing dengan $p = 0,126$ dan $p = 0,639$. Hasil tes normalitas untuk kekuatan tarik menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang artinya ke empat data memiliki distribusi normal sehingga bisa dilanjutkan dengan uji *Student T-Test*.

Hipotesis statistika untuk pengujian kekuatan tarik yaitu:

H_0 : kekuatan tarik kain sampel sama dengan kekuatan tarik kain blangko.

H_1 : kekuatan tarik kain sampel berbeda dengan kekuatan tarik kain blangko.

Berdasarkan hasil *Student T-test* kekuatan tarik kain sampel arah lusi diketahui $t(2) = -1,179$, $p = 0,360$. Nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05 sehingga tidak memenuhi syarat $p \leq 0,05$ untuk H_1 diterima. Oleh karena itu, H_1 ditolak dan H_0 diterima yang berarti nilai kekuatan tarik arah lusi kain sampel dan kain blangko tidak ada perbedaan signifikan secara statistik.

Hasil *Student T-test* kekuatan tarik kain sampel arah pakan diketahui $t(2) = -1,270$, $p = 0,332$. Nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05 sehingga tidak memenuhi syarat $p \leq 0,05$ untuk H_1 diterima. Oleh karena itu, H_1 ditolak dan H_0 diterima yang berarti nilai kekuatan tarik arah pakan kain sampel dan kain blangko tidak ada perbedaan signifikan secara statistik. Dengan demikian, penyempurnaan antibakteri dengan ekstrak daun bambu tali tidak mempengaruhi kekuatan tarik kain arah lusi maupun arah pakan.

Uji normalitas Shapiro-Wilk untuk hasil uji mulur arah lusi Blangko dan Sampel 1(b) yaitu masing-masing dengan nilai $p = 0,363$ dan $p = 0,868$. Sementara untuk uji normalitas mulur arah pakan Blangko dan Sampel 1(b), yaitu masing-masing dengan $p = 0,468$ dan p

= 0,780. Hasil tes normalitas untuk mulur menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang artinya ke dua data memiliki distribusi normal sehingga bisa dilanjutkan dengan uji Student T-Test.

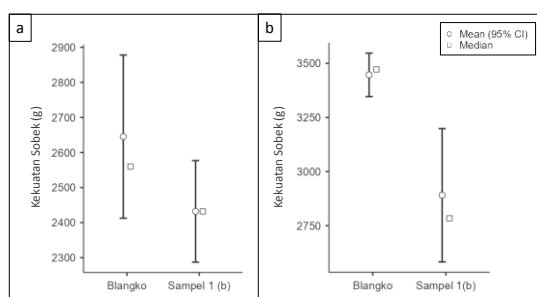
Hipotesis statistika untuk pengujian mulur kain yaitu:

H_0 : mulur arah lusi kain sampel sama dengan mulur kain blangko.

H_1 : mulur arah lusi kain sampel berbeda dengan mulur kain blangko.

Berdasarkan hasil *Student T-test* pengujian mulur kain arah lusi diketahui $t(2) = -3,464$, $p = 0,074$. Nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05 yang berarti nilai mulur arah lusi kain sampel dan kain blangko tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik.

Hasil *Student T-test* pengujian mulur kain arah pakan diketahui $t(2) = -0,433$, $p = 0,701$. Nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05, artinya nilai mulur arah pakan kain sampel dan kain blangko tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik. Dengan demikian, penyempurnaan antibakteri dengan ekstrak daun bambu tali tidak mempengaruhi mulur kain arah lusi dan arah pakan.



Gambar 6. Grafik kekuatan sobek kain: (a) arah lusi, (b) arah pakan

Kekuatan Sobek Kain

Kekuatan sobek diuji menggunakan metode Elmendorf yang merujuk pada standar pengujian SNI SNI ISO 13937-1(E):2010. Kain yang diuji yaitu kain

blangko yang tidak dilakukan penyempurnaan dan kain sampel 1(b) yang memiliki aktivitas antibakteri paling tinggi. Data hasil pengujian kekuatan sobek kain arah lusi dan pakan dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Hasil Uji Kekuatan Sobek Arah Lusi

Kain	Rata-Rata Kekuatan Sobek (g)	Standar Deviasi Kekuatan Sobek
Blangko	2645	206
Sampel 1(b)	2432	128

Tabel 9. Hasil Uji Kekuatan Sobek Arah Pakan

Kain	Rata-Rata Kekuatan Sobek (g)	Standar Deviasi Kekuatan Sobek
Blangko	3447	89
Sampel 1(b)	2891	272

Hasil uji rata-rata kekuatan sobek arah lusi untuk Blangko dan Sampel 1(b) secara berurutan sebesar 2645 g dan 2432 g dan rata-rata kekuatan sobek kain arah pakan untuk Blangko dan Sampel 1(b) secara berurutan sebesar 2432 g dan 2891 g. Grafik kekuatan sobek kain dapat dilihat pada Gambar 6. Data tersebut diuji secara statistika yang meliputi uji normalitas dan *Student T-test*.

Uji normalitas Shapiro-Wilk untuk hasil uji kekuatan sobek arah lusi Blangko dan Sampel 1(b) yaitu masing-masing dengan nilai $p = 0,298$ dan $p = 1,000$. Sementara untuk uji normalitas kekuatan sobek arah pakan Blangko dan Sampel 1(b), yaitu masing-masing dengan $p = 0,523$ dan $p = 0,339$. Hasil tes normalitas untuk kekuatan sobek semua menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang

artinya ke empat data memiliki distribusi normal sehingga bisa dilanjutkan dengan uji *Student T-Test*.

Hipotesis statistika untuk pengujian kekuatan sobek adalah:

Ho: kekuatan sobek kain sampel sama dengan kekuatan sobek kain blangko

H₁:kekuatan sobek kain sampel berbeda dengan kekuatan sobek kain blangko.

Hasil *Student T-test* untuk data kekuatan sobek arah lusi diketahui $t(2) = 1,43$, $p = 0,289$, sementara untuk arah pakan diketahui $t(2) = 3.87$, $p = 0,061$. Nilai signifikansi (p) lebih besar dari 0,05 yang berarti nilai kekuatan sobek arah lusi kain sampel dan kain blangko tidak ada perbedaan signifikan secara statistik. Dengan demikian, penyempurnaan antibakteri dengan ekstrak daun bambu tali tidak mempengaruhi kekuatan sobek kain arah lusi maupun arah pakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ekstrak daun bambu tali pada penelitian ini dimanfaatkan sebagai zat antibakteri alami pada kain kapas menggunakan metode *pad-dry-cure* dengan WPU 80%. Penambahan zat pengikat silang asam sitrat pada penyempurnaan antibakteri kain kapas menggunakan ekstrak daun bambu tali menunjukkan aktivitas sifat antibakteri, sementara kain kapas yang diberi zat pengikat silang Binder GSL tidak menunjukkan sifat antibakteri. Suhu pemanas-awetan pada kain yang diberi zat pengikat silang asam sitrat berpengaruh terhadap zona hambat bakteri. Kondisi terbaik diperoleh pada resep dengan ekstrak daun bambu tali 70 ml ditambah zat pengikat silang asam sitrat 10% dan katalis aluminium sulfat 1% pada suhu pemanas-awetan 170°C. Penyempurnaan dengan larutan tersebut cukup efektif dalam

menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dengan zona hambat bakteri 6 mm. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri metode difusi yang bersifat kualitatif maka diperlukan pengujian aktivitas antibakteri yang bersifat kuantitatif. Selain itu, perlu dilakukan pengujian cuci berulang untuk mengetahui penurunan aktivitas antibakteri pada kain.

DAFTAR PUSTAKA

1. AATCC (2004), Antimicrobial Activity Assessment of Textile Materials: Parallel Streak Method. AATCC 147:2004.
2. Agustina, Sinta (2017), Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Bambu Tali (*Gigantochloa Apus*) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Salmonella Typhimurium*.
3. Anggraini, Wirda, Nisa, Siti Choirun, Ramadhani, Ria and Ma'arif, Burhan (2019), Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Buah Blewah (*Cucumis Melo L. Var. Cantalupensis*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia* 2019, 5(1): 61–66.
4. Beguin, Pierre (1990), *Molecular Biology of Cellulose Degradation*. Annual review of microbiology, 44(1): 219–248.
5. BSN (2009), Cara Uji Kekuatan Tarik Dan Mulur Kain Tenun. SNI 0276:2009.
6. BSN (2010), Kekuatan Sobek Kain - Bagian 1: Cara Uji Kekuatan Sobek Menggunakan Metoda Pendulum (Elmendorf). SNI ISO 13937-1(E):2010.
7. Cushnie, T P Tim and Lamb, Andrew J (2005), Antimicrobial Activity of Flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5): 343–356.
8. Dessie, Asaye and Eshetu, Bezaneh (2021), The Role of Binders and Its Chemistry in Textile Pigment Printing. *Journal of Textile Science & Engineering*, 11(1): 1–6.
9. Gong, Jinyan, Xia, Daozong, Huang, Jun, Ge, Qing, Mao, Jianwei, Liu, Shiwang and Zhang, Ying (2015), Functional Components of Bamboo Shavings and Bamboo Leaf Extracts and Their Antioxidant Activities in Vitro. *Journal of Medicinal Food*, 18(4): 453–459.
10. Gustiani, Rr. Srie, Septiani, Wulan and Kasipah, Cica (2019), Aplikasi Ekstrak Biji Pinang (*Areca Catechu L*) Sebagai Zat Antibakteri Pada Kain Kapas. *Arena Tekstil*, 34(2): 85–92.
11. Halden, Rolf U., Lindeman, Avery E., Aiello, Allison E., Andrews, David, Arnold, William A., Fair, Patricia, Fuoco, Rebecca E., Geer, Laura A., Johnson, Paula I., Lohmann, Rainer, McNeill, Kristopher, Sacks, Victoria P., Schettler, Ted, Weber, Roland, Zoeller, R. Thomas and Blum, Arlene (2017), The Florence Statement on Triclosan and Triclocarban. *Environmental Health Perspectives*, 125(6): 1–13.
12. Indriatie, Retno, Mudaliana, Siti and Masruri (2019), Microbial Resistant of Building Plants of *Gigantochloa Apus*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546(4).
13. Joshi, M., Ali, S. Wazed, Purwar, R. and Rajendran, S. (2009), Ecofriendly Antimicrobial Finishing of Textiles Using Bioactive Agents Based on Natural Products. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 34(3): 295–304.
14. Ketema, Asnake and Worku, Amare (2020), Antibacterial Finishing of Cotton Fabric Using Stinging Nettle (*Urtica Dioica L.*) Plant Leaf Extract. *Journal of Chemistry*, 2020.
15. Miles, Leslie W.C. (1994), *Textile Printing* (L. W. C. Miles, Ed.). Bradford, West Yorkshire, England: Society of Dyers and Colourists.
16. Mulyono, Noryawati, Lay, Bibiana Widiyati, Ocktreya, Laora and Rahayu, Sri (2013), Antidiarrheal Activity of *Apus Bamboo (Gigantochloa Apus)* Leaf Extract and Its Bioactive Compounds. *American Journal of Microbiology*, 4(1): 1–8.
17. Nomer, Ni Made Gress Rakasari, Duniaji, Agus Selamat and Nocianitri, Komang Ayu (2019), Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Vibrio Cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(2): 216.

18. Rusliyani, Nunik (2013), Ekstrak Daun Bambu Tali (*Gigantochloa Apus*) Sebagai Pengawet Daging Iris Selama Penyimpanan Dingin. (Skripsi). Departemen Ilmu Produksi Dan Teknologi Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
19. Wróblewska, Katarzyna B., de Oliveira, Danielle C. S., Grombone-Guaratini, Maria Tereza and Moreno, Paulo Roberto H. (2018), Medicinal Properties of Bamboos, , in: Perveen, S. and Al-Taweel, A. (Eds.), *Pharmacognosy*. Rijeka: IntechOpen. available at <https://doi.org/10.5772/intechopen.82005>