

EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI MANGROVE (*Brugueria gymnorrhiza*) MENGGUNAKAN PELARUT AQUADES DAN ETANOL SEBAGAI PEWARNA ALAMI DAN PENGUAT SERAT KAIN

Tika Meliyati Putri, Eko Malis, Rosyid Ridho
Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Matematika, Universitas
PGRI Banyuwangi (UNIBA) Jln. Ikan Tongkol 22,
Banyuwangi 68416
E-mail: unibabwi.puslit@gmail.com

ABSTRAK

Tanin merupakan senyawa kompleks biasanya campuran polifenol tidak mengkristal (*tannin extracts*). Penelitian ini pengambilan ekstrak tanin dengan metode ekstraksi soklet selama 3 jam dengan pelarut aquades dan pencampuran aquades- etanol dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4 dengan suhu pelarut aquades 70°C dan pencampuran aquades-etanol 80°C. Pewarnaan ditambahkan NaCl dan proses mordanting dengan menggunakan $Al_2(SO_4)_3$. Ikatan yang terbentuk hanya merupakan ikatan hidrogen, tetapi zat fiksator ($Al_2(SO_4)_3$, CaO, dan $CaCO_3$) dapat mengunci dan melapisi tanin agar tidak mudah keluar dari dalam serat. Hal ini dapat dilihat dari nilai uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian pada yang memperoleh nilai rata-rata antara 4-5 CD dan nilai rata-rata RGB bahwa nilai paling baik adalah hasil ekstrak dengan pelarut aquades-etanol perbandingan 1:3 dengan nilai rata-rata fiksasi CaO 0 CD dan $CaCO_3$ 6,6 CD. Hasil identifikasi terhadap isolat menggunakan spektrofotometer FTIR didapat spektrum yang spesifik untuk senyawa tanin yaitu pada bilangan gelombang $3424,96\text{ cm}^{-1}$; $2923,56\text{ cm}^{-1}$; $1635,34\text{ cm}^{-1}$; $1130,08\text{ cm}^{-1}$; $759,816\text{ cm}^{-1}$. Kekuatan serat yang baik adalah kain yang mendapatkan treatment CaO dan $CaCO_3$ dengan nilai 3 Kg dibanding dengan sampel kain yang mendapatkan treatment $Al_2(SO_4)_3$ dengan nilai 2,5 Kg.

Kata Kunci: Tanin, aquades, etanol, RGB, FTIR

Pendahuluan

Penggunaan ZPA telah Sumber daya nabati berupa tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan makanan antara lain untuk bahan pewarna. Zatwarna alami yang banyak dipakai berasal dari berbagai bagian dari tumbuh tumbuhan. Namun demikian pemakaian zat warna alami di masa sekarang masih belum populer karena proses untuk memperoleh zat warna tersebut lebih sukar dibandingkan pembuatan zat warna sintetis. Sementara pemakaian zat warna alami lebih aman karena sisa pemakaiannya mudah diuraikan oleh bakteri dibandingkan zat warna sintetis

Mangrove mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tanin dan polifenol. Tanin memiliki aktivitas sebagai antijamur. Senyawa alkaloid berperan sebagai antimikroba dengan merusak dinding sel mikroba. Sedangkan flavonoid dapat merusak permeabilitas dinding sel mikroba mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Senyawa saponin dari tumbuhan adalah glikosida dari steroid, yang larut dalam air dan mempunyai kemampuan membentuk buih sabun bila dikocok di air. Penggunaan saponin sebagai deterjen alam dan racun ikan telah

dikenal oleh masyarakat tradisional. Ekstrak dan bahan mentah dari mangrove telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk keperluan mencuci jarring dari kerak kotoran yang berasal dari air laut, hasil ekstrak mangrove berwarna coklat pekat yang dapat merubah warna jarring setelah mendapatkan perlakuan perendaman dan pencucian. Dari hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa hasil ekstrak mangrove dapat dimanfaatkan sebagai zat pewarna alami dan tanin sebagai antijamur untuk pengawet serat kain.

Akan tetapi masyarakat lupa akan pentingnya ketahanan kualitas serat kain untuk menjaga ketahanan masa simpan tekstil. Bahan pewarna sintesis juga dapat mempengaruhi ketahanan kekuatan tarik pada kain karena bahan kimia yang terkandung didalamnya, sehingga mudah rapuh dan sobek. Alangkah baiknya jika bahan pewarna tekstil menggunakan bahan alam yang juga mengandung senyawa yang dapat mempertahankan kekuatan tarik pada serat kain, sehingga menghasilkan kain berkualitas tinggi.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas tidak menutup kemungkinan bahwa penambahan zat pewarna yang mengandung tanin. Untuk membuktikan hal tersebut maka peneliti melaksanakan penelitian dengan judul “Ekstraksi tanin dari mangrove (*bruguiera gymnorrhiza*) menggunakan pelarut etanol dan aquades sebagai pewarna alami dan penguat serat kain.”

Metode Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bubuk Batang Mangrove, NaCl, Aquades, Etanol 70%, Tawas, CaO, CaCO₃, Detergen.

Erlenmeyer, Glass beaker, Corong, Pipet Ukur, Pipet tetes, Thermometer, Kaca arloji, Kertas saring, Neraca analitik, Alat sokletasi, Alat sensor RGB Tipe tcs230, Alat Uji Tarik.

Metode penelitian

Tahap Preparasi Batang mangrove

Batang mangrove dengan kualitas baik dijemur di bawah sinar matahari selama 2 hari. Batang mangrove kemudian dioven hingga kering dan dihaluskan. Selanjutnya batang diekstraksi dengan metode sokletasi.

Tahap Ekstraksi

Pada proses ekstraksi, batang mangrove yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 20 gram. Sampel selanjutnya dimasukan dalam ekstraktor. Sampel diekstraksi menggunakan pelarut sesuai dengan perlakuan jenis pelarut yaitu menggunakan aqeades, aquades dan etanol

dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 masing-masing sebanyak 200 mL selama 3 jam. Suhu ekstraksi disesuaikan dengan titik didih pelarut yaitu untuk aquades dan etanol 70% sebesar 70°C, aquades sebesar 100°C.

Tahap Mordanting

Tawas dilarutkan dalam 1 liter air, panaskan sampai mendidih. Kain dimasukkan ke dalam larutan mordan yang sebelumnya dibasahi dengan air dan diaduk selama 1 jam. Api dimatikan dan didiamkan selama 1 jam. Diangkat dan di cuci bersih (tanpa sabun dan tambahan lainnya) keringkn dan setrika.

Tahap Pewarnaan Kain

Hasil ekstrasi dimasukkan pada glass beaker. Kemudian kain mori ukuran 15x15 kedalam larutan pewarna. Biarkan selama 60 menit. Kemudian tambahkan larutan NaCl 1M biarkan kembali selama 60 menit. Setelah mencapai 60 menit angkat dan tiriskan lalu dikeringkan. Ambil gambar gain yang sudah kering.

Tahap Fiksasi

Menimbang Tawas, CaO, dan CaCO₃ masing-masing 0,5 M untuk dilarutkan kedalam 100 mL air. Letakkan larutan kedalam baskom. Kain yang sudah diwarnai dan sudah dikeringkan masukkan kedalam larutan kapur selama 7,5 menit setelah itu cuci bersih dan keringkan.

Evaluasi Ketahanan Luntur

Pengujian Ketahanan Luntur Warna terhadap Pencucian

Kain dimasukkan. Proses pencucian dilakukan selama 45 menit. Diaduk dengan volume larutan 200 ml dan sabun 0,5% dari volume larutan. Setelah selesai dicuci, lalu tiap contoh uji dibilas dua kali dalam 100 ml air selama masing-masing 1 menit, sambil diperas dengan tangan. Kain lalu diperas dengan mengel pemerass, kemudian dikeringkan.

3.2.6.2 Pengujian Tahan Luntur Warna terhadap Gosokan

Pengujian dilakukan 2 kali, yaitu gosokan dengan kain kering dan gosokan dengan kain basah. Kain dengan ukuran 15x15 cm. Pada pengujian digosokkan kain putih kering, lalu diulangi dengan kain putih basah. Penodaan dinilai dengan Staining Scale sedangkan kelunturan warna pada kain dinilai dengan Grey Scale.

Pengujian Tahan Luntur Warna terhadap Panas Penyeterikaan Kering

Kain diletakkan di atas sepotong kain kapas putih pada permukaan halus dan horizontal. Seterika tangan dengan suhu tertentu untuk jenis serat tertentu diletakkan di atas kain selama 10 detik. Kemudian dievaluasi perubahan warna kain dengan membandingkannya terhadap grey scale. Sedangkan untuk penodaan warna caranya sama dengan cara diatas, kecuali kain ditutup dengan kain putih kering. Penodaan warna pada kain putih atas

indievaluasi dengan membandingkannya terhadap staining scale.

Analisis RGB

Dilakukan dengan menggunakan alat sensor warna tipe tcs250. Dengan mempersiapkan kalibrasi warna pada alat sensor warna, kemudian letakkan kain sampel yang sudah diwarnai pada sinar cahaya alat sensor dan dicatat nilai RGB.

Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Dilakukan dengan memasukan sampel pada alat FTIR kemudian dialiri cahaya infra merah. Ikatan molekul kemudian menghasilkan vibrasi tertentu. Nilai vibrasi ini kemudian membentuk spektrum. Untuk mengetahui gugus fungsi dalam sampel, spektrum ini harus diinterpretasi dengan tabel interpretasi FTIR. Hasil tersebut kemudian dicocokkan dengan serapan spesifik tanin.

Analisis uji kekuatan tarik

Kain dipasang pada sepasang penjepit sedemikian rupa sehingga terletak di tengah-tengah dan tepi bawah kain segaris dengan dasar penjepit. Pada kedudukan ini, tepi atas kain akan sejajar dengan permukaan atas penjepit dan benang-benang yang sejajar lebar kain akan tegak lurus padanya. Kedua penjepit dirapatkan dengan memutar sekrup pengencang, sehingga tekanan jepitan kedua penjepit sama besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Preparasi Batang Mangrove

Tahap preparasi batang untuk menghasilkan serbuk batang yang berkualitas baik dan mempermudah penumbukan batang harus di keringkan sangat kering sekali, Batang mangrove yang sudah di tumbuk akan berubah warna menjadi serbuk berwarna coklat.

Tahap Ekstraksi

Hasil dari ekstraksi dengan menggunakan pelarut aquades yaitu menghasilkan endapan dan warna larutan coklat tua, sedangkan hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut aquades-etanol 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 tidak menghasilkan endapan sama sekali dan warna larutan lebih pekat dengan warna hitam.



(A)



(B)

Gambar 4.1 (A) hasil ekstraksi dengan pelarut aquades berwarna coklat dan menghasilkan endapan, (B) hasil ekstraksi dengan pelarut etanol-aquades dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 berwarna hitam pekat

Pengendapan akan terjadi jika konsentrasi senyawa melebihi kelarutan. Pengendapan akan terjadi dengan cepat dari larutan jenuh. Pengendapan ada kaitannya dengan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Dalam padatan, pengendapan terjadi karena konsentrasi tanin lebih dari konsentrasi pelarut.

4.3 Tahap Mordanting

Mordanting adalah tahap pertama proses pewarnaan dengan menggunakan tehnik pencelupan. Mordanting meningkatkan daya tarik zat warna alam terhadap bahan tekstil untuk menghasilkan kerataan dan ketajaman warna yang baik. Dari percobaan yang sudah dilakukan setelah proses mordanting dilakukan warna kain berubah menjadi agak putih keruh. Zat kimia yang digunakan adalah $Al_2(SO_4)_3$. Molekul permukaan mengalami gaya tarik resultan ke bawah dari dalam cairan, yang cenderung membuat area permukaan cairan sekecil mungkin. Hal ini menyebabkan molekul dipermukaan yang akan ditarik ke dalam dan sehinggal selalu ada beberapa kekuatan ketidakseimbangan yang bekerja pada permukaan cairan.

4.4 Tahap Pewarnaan Kain

Dari percobaan yang sudah dilakukan warna kain yang dihasilkan adalah berbeda-beda. Untuk larutan hasil ekstraksi dengan menggunakan aquades pewarnaan kain menghasilkan warna coklat, sedangkan larutan yang menggunakan larutan aquades-etanol 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 hasil kain berwarna coklat. Senyawa yang mengandung ion logam akan menghasilkan warna khas dari penelitian ekstrak mangrove menghasilkan warna coklat karena mengandung Besi (III)



Gambar 4.2 Hasil pewarnaan ekstrak Mangrove

Tahap Fiksasi

Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan semua kain yang sudah selesai tahap pewarnaan dilakukan tahap fiksasi, setelah tahap fiksasi kain akan berubah warna menjadi semakin pekat. Kain yang menggunakan fiksasi tawas menghasilkan warna kain yang tidak

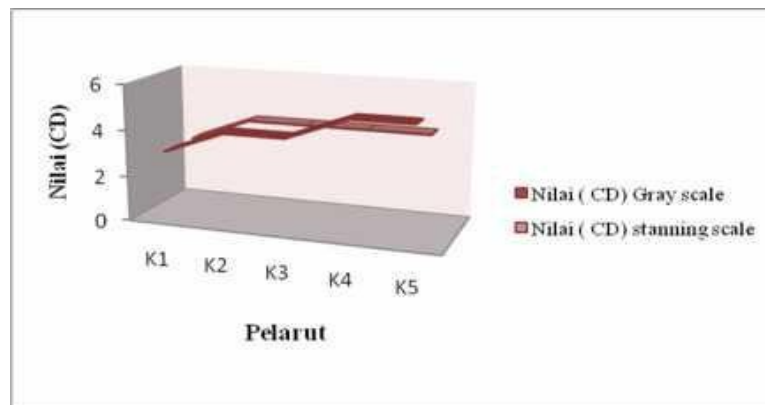
begitu pekat hanya mempertahankan warna aslinya. Kain yang menggunakan fiksasi CaO menghasilkan warna kain merah hati dan CaCO₃ menghasilkan warna merah bata tua.



Gambar 4.3 (A) Proses Penambahan fiksasi selama 7 menit, (B) Hasil penambahan fiksasi setelah tahap pewarnaan

Evaluasi Tahan Luntur

Dari pengujian ketahanan luntur di ambil nilai sesuai dengan Spesifikasi kolorimetri yang tepat dari warna abu-abu standar dan perubahan warna pada Gray Scale, dapat dihitung dengan rumus nilai kokhromatikan Adam, dalam satuan C.D. (Color Difference).



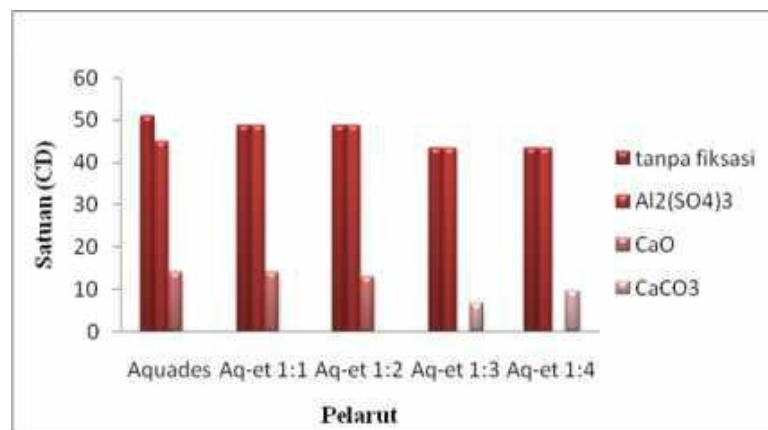
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata evaluasi tahan luntur.

Warna pada kain hasil pewarnaan juga bersifat permanen. Hal ini dapat dilihat dari nilai uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian pada yang memperoleh nilai rata-rata antara 4-5. Hal ini disebabkan pigmen pada mangrove (tanin) yang terkandung dalam larutan pewarna alam selama proses pewarnaan berlangsung dapat masuk kedalam serat dan bereaksi/berikatan dengan serat kapas (sellulosa). Walaupun ikatan yang terbentuk hanya merupakan ikatan hidrogen, tetapi zat fiksator (Al₂(SO₄)₃, CaO, dan CaCO₃ dapat mengunci dan melapisi tanin agar tidak mudah keluar dari dalam serat. Hal ini akan menyebabkan tanin yang telah berikatan dengan serat tersebut tidak mudah lepas dari serat dan melunturi kain uji saat dilakukan uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian sehingga

diperoleh hasil pewarnaan mempunyai ketahanan luntur yang baik terhadap pencucian.

Analisis RGB dengan Alat Sensor Warna Tipe tcs230

Dilakukan analisis untuk mendapatkan data kuantitatif dari evaluasi tahan luntur. Analisis RGB dilakukan dengan penambahan alat sensor Warna tipe tcs230 karena adanya pengaruh cahaya sensor yang diaktifkan supaya bisa menerangi objek atau sampel kain. Sebelum dilakukan uji sampel maka harus menentukan kalibrasi warna RGB bertujuan agar dapat mengetahui reng nilai sampel pada analisis RGB.

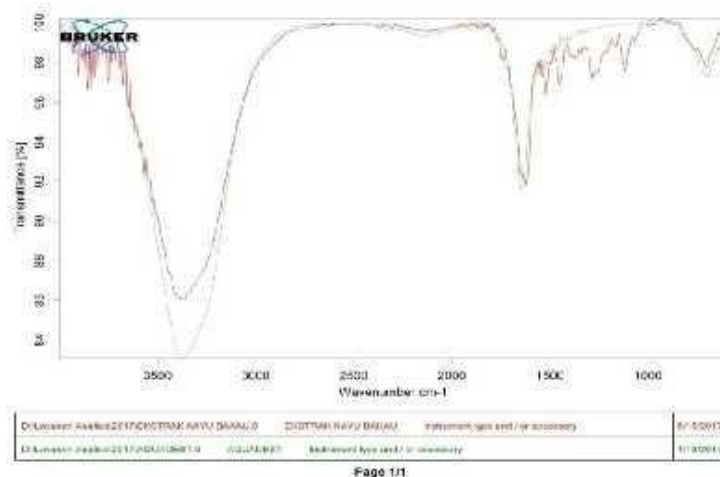


Gambar 4.5 Nilai tahan luntur dengan analisis RGB

Dapat diketahui dari nilai rata-rata RGB bahwa nilai paling baik adalah hasil ekstrak dengan pelarut aquades-etanol perbandingan 1:3 dengan nilai rata-rata fiksasi CaO 0 dan CaCO₃ 6,6.

4.8 Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Identifikasi dengan spektrofotometer FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam isolat. Hasil dari identifikasi terhadap isolat menggunakan spektrofotometer FTIR didapat beberapa spektrum bilangan gelombang yang identik dengan spektrum bilangan gelombang yang dimiliki tanin. Data perbandingan spektrum bilangan gelombang antara isolat dengan senyawa tanin dapat dilihat gambar 4.6.



Gambar 4.6 transmittan dari hasil uji FTIR ekstrak tanin

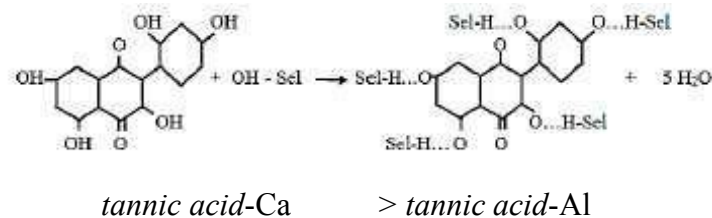
Tabel 4.2 Bilangan gelombang

Puncak	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)			Jenis Vibrasi
	Isolat sampel	Senyawa tannin	Pustaka	
1	3424,96	3392,7	3500-3000	Rentang asimetri OH
2	2923,56	2932,1	3000-2900	Rentang CH sp ³
3	1635,34	1515,4	1645-1615	Rentang cicin aromatic
		1448,1		
		1404,0		
4		1263,7	1280-1220	R-O-Ar (eter aromatic)
5	1130,08	1058,7	1120-1080	C-O alkohol sekunder
6		833,8	900-420	C-H out of place, p-subtitusi benzene
		668,8		
		553,3		
7		768,7	900-650	OH out of place;o-

Bilangan gelombang isolat yang identik dengan bilangan gelombang tanin diantaranya yaitu pada bilangan gelombang $3424,96\text{ cm}^{-1}$ yang menyatakan adanya rentang asimetri OH, bilangan gelombang $2923,56\text{ cm}^{-1}$ yang menyatakan adanya rentang CH sp³, bilangan gelombang $1635,34\text{ cm}^{-1}$ yang menyatakan rentang cincin aromatik, bilangan gelombang $1130,08\text{ cm}^{-1}$ yang menyatakan adanya gugus C-O alkohol sekunder dan bilangan gelombang $759,816\text{ cm}^{-1}$ yang menyatakan adanya cincin aromatik yang tersubstitusi pada posisi *orto*. Puncak-puncak spesifik tersebut merupakan puncak spesifik dari senyawa tanin sehingga memperkuat dugaan bahwa isolat hasil ekstraksi batang mangrove adalah senyawa tanin. sehingga memperkuat dugaan bahwa isolat hasil ekstraksi mangrove adalah senyawa tanin. gelombang 333 nm. Dengan penambahan pereaksi geser menguatkan dugaan bahwa isolat yang diperoleh adalah tanin yang tersubstitusi OH pada posisi *orto* di cincin A.

4.9 Uji Kekuatan Tarik

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa mangrove dapat mewarnai serat kapas dengan warna coklat karena mangrove mengandung tanin. Tanin dapat diekstrak dengan menggunakan aquades dan etanol. Warna coklat dari tanin dapat mewarnai bahan kapas secara permanen. Reaksi antara serat kapas (selulosa) dengan pigmen pada kain mangrove (tanin) dapat dilihat pada Gambar.



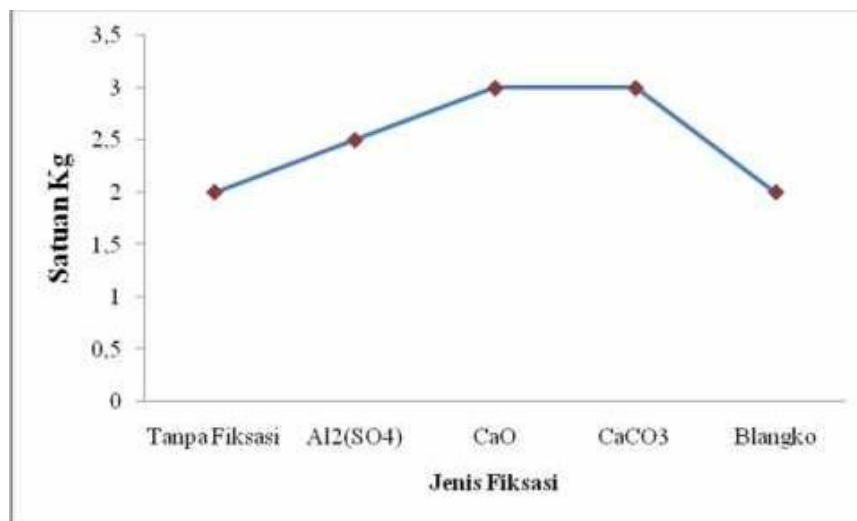
Gambar 4.7 Ikatan yang terjadi antara serat selulosa dan tanin

Tanin bertindak seperti asam ringan berdasarkan banyak gugus-OH fenolik. Asam tanin adalah bentuk yang paling sederhana hydrolysable tanin. Salah satu sifat yang paling penting dari tanin dan asam tanin adalah kemampuannya untuk membentuk kompleks chelat dengan ion logam. Meskipun asam tanin dapat berfungsi sebagai agen antimikroba alami, tetapi tidak aktif terhadap spektrum yang luas dari jamur dan bakteri (Salunkhe *et al.* 1989; Sanderson *et al.* 2001).

Data yang didapatkan bahwa kain mori ditreatment membentuk asam tanin

1. kompleks logam menunjukkan peningkatan sifat anti-mikroba dibandingkan dengan sampel yang diperlakukan dengan asam tanin atau ion logam secara terpisah dan pada konsentrasi yang sama. Hasil juga menunjukkan bahwa sifat antibakteri dan antijamur dari kain mori yang ditreatment dengan asam tannin-kompleks logam.

Keawetan kain mori yang ditreatment dengan CaO dan CaCO_3 sangat tinggi dibandingkan dengan keawetan kain mori yang ditreatment dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ pada tipe ion logam yang sama. Keawetan kain mori setelah ditreatment dengan asam tanin- kompleks logam tergantung pada jenis ion logam yang digunakan dalam complexation dengan urutan:



Gambar 4.11 grafik nilai uji kuat tarik

Dapat dilihat dari data grafik uji kuat tarik diketahui bahwa sampel kain yang mempunyai kekuatan serat yang baik adalah kain yang mendapatkan treatment CaO dan CaCO_3 dengan nilai 3 Kg dibanding dengan sampel kain yang mendapatkan treatment $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan nilai 2,5 Kg. Gaya tarik menarik antara rantai polimer memainkan peranan terhadap sifat polimer. Karena rantai polimer sangat panjang, gaya antar rantai menjadi berlipat ganda dibanding tarik menarik antar molekul biasa. Gugus samping yang berbeda dapat mengakibatkan polimer berikatan ion atau ikatan hidrogen pada rantai yang sama. Semakin kuat gaya akan berakibat pada naiknya kuat tarik. Gaya intermolekuler pada polimer dapat dipengaruhi oleh dipol pada unit monomer.



Gambar 4.12 Proses Uji kuat tarik

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Warna pada kain hasil pewarnaan juga bersifat permanen. Hal ini dapat dilihat dari nilai uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian pada yang memperoleh nilai rata-rata antara 4-5 CD dan nilai rata-rata RGB bahwa nilai paling baik adalah hasil ekstrak dengan pelarut aquades-etanol perbandingan 1:3 dengan nilai rata-rata fiksasi CaO 0 dan CaCO₃ 6,6.
2. Hasil identifikasi terhadap isolat menggunakan spektrofotometer FTIR didapat spektrum yang spesifik untuk senyawa tanin yaitu pada bilangan Kekuatan serat yang baik adalah kain yang mendapatkan treatment CaO dan CaCO₃ dengan nilai 3 Kg dibanding dengan sampel kain yang mendapatkan treatment Al₂(SO₄)₃ dengan nilai 2,5 Kg.

Saran

Perlu mengestimasi waktu dalam proses ekstraksi agar tidak terlalu lama dalam proses ekstraksi Perlu dilakukannya uji kadar logam agar dapat mengetahui layak pakai sebagai pewarna tekstil

DAFTAR PUSTAKA

- Agati, G, Matteini, P, Goti, A, dan Tattini, M. 2007. Chloroplast located flavonoids can scavenge singlet oxygen. *New Phytologist* 174: 77-82.
- Bandaranayake, W.M. 2002. Bioactivities, bioactive compounds and chemical constituents of mangrove plants. *Wetlands Ecol. Manage* 10: 421-452.
- Banerjee, D., Chakrabarti. S., Hazra.A.K., Banerjee.S., Ray.J., dan Mukherjee, B. 2008. Antioxidant activity and total phenolics of some mangroves in Sundarbans. *African Journal of Biotechnology* 7: 805-810.
- Cecep Kusmana.2003. Jenis-jenis pohon mangrove di teluk bintuni, papua. Fakultas kehutanan institut pertanian bogor dan pt bintuni utama murni wood industries.36-37.
- Close, D.C. dan McArthur,C. 2002. Rethinking the role of many plant phenolics – protection from photodamage not herbivores. 99: 166-172.

Day, R.A. & Underwood, A.L. 1999. Analisis Kimia Kuantitatif Edisi 6. Erlangga. Jakarta.

Fessenden, R.J, Fessenden, J.S. (1986), Organic Chemistry, 3th edition, Brooks/Cole Publishing Company, California

H.M.J. Lemmens dan N Wulijarni-Soetjipto (1999), Sumber Daya Nabati Asia Tenggara, No 3 “Tumbuhan Penghasil Pewarna dan Tanin”, Balai Pustaka, Jakarta

Hagerman, A.E., C.T. Robbins, Y. Weerasuriya, T.C.Wilson, and C. McArthur. 1992. *Tannin chemistry in relation to digestion*. Journal of Range Management 45(1): 57–62.

Harborne, J. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Translated by K. Padmawinata dan I. Soediro. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Harborne, J. B. 1996. *Metode Fitokimia. Terbitan ke-II*. a.b. Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung.

Horvath, P. J. (1981). *The Nutritional and Ecological Significance of Acer Tanins and Related Polyphenols*. Thesis. New York: Cornell University.

Laksono, S. 2012. Pengolahan Biologis Limbah Batik Dengan Media Biofilter. [Skripsi Ilmiah]. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Malthaputri, E.R. 2007. Kajian aktivitas antimikroba ekstrak kulit kayu mesoyi *Cryptocaria massoia* terhadap bakteri patogen dan pembusuk pangan. *Skripsi*. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Prabowo, A.Y, T. Estiasih, I. Purwatinigrum. 2014. bahan pangan mengandung senyawa bioaktif: kajian pustaka. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2 (3):129-135.

Rambe, M.A., 2009, Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil, *Tesis*, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan

Risnasari, I. 2002. Tanin. [Karya Tulis]. Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.

Susanto, Sewan. SK. 2002. Seni Kerajinan Batik Indonesia. Yogyakarta : Balai Penelitian Batik.