

Ekstraksi dan Karakterisasi Tanin dari Biji Pinang Hutan (*Pinanga Khulli*) sebagai Pewarna Tekstil

Elizabeth Holle, Yuliana R.Yabansabra dan Yanti Risal

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih,
Jayapura Papua, Indonesia

Email : yyabansabra@gmail.com

ABSTRAK

Ekstraksi tanin dari biji pinang hutan (*Pinanga khulli*), sebagai dasar pewarna tekstil. Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi dan karakterisasi tanin dari biji pinang hutan. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Universitas Cenderawasih. Sampel dalam penelitian ini adalah biji pinang hutan dari Arso 10, Kabupaten Keerom. Sebanyak 300 gram biji pinang hutan kering halus yang dimaserasi dengan 400 mL metanol.

Maserat metanol dievaporasi dan maserat kental diperoleh sebanyak 60,3849 gram atau 20,12%. Hasil uji tanin menggunakan FeCl_3 menunjukkan adanya tanin sedangkan uji identifikasi kromatografi lapis tipis diperoleh nilai R_f adalah 0,7. Uji karakteristik maserat terhadap penjemuran pada sinar matahari dan penyimpanan pada suhu kamar dengan variasi waktu 6, 12, 18 dan 24 jam, nilai absorbansi spektrofotometer pada UV-Vis, $\lambda = 400-600$ nm, menurun disebabkan degradasi warna. Semakin lama waktu penjemuran dan penyimpanan nilai absorbansi menurun.

Maserat biji pinang kental yang diperoleh dilakukan proses pencelupan kain jenis poli ester (PE). Proses pewarnaan dilakukan dengan perendaman selama 3 jam pada suhu 90°C dan dilanjutkan dengan fiksasi dengan menggunakan FeSO_4 dan tawas, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ selama 15 menit. Pewarnaan dengan maserat biji pinang hutan memberikan hasil yang baik pada kain. Hasil pencelupan kain dan proses fiksasi dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ serta uji kelunturan memberikan warna kain yang hampir sama dengan warna biji pinang hutan kering yaitu coklat muda.

Kata Kunci : *Biji pinang hutan (Pinanga khulli), Tanin, Pewarna alami.*

PENDAHULUAN

Warna merupakan salah satu faktor penting bagi konsumen dan juga memperkuat kualitas produk. Penggunaan zat warna sekarang semakin meluas terutama pada industri makanan, minuman dan tekstil (Winarti, 2008).

Zat warna yang digunakan pada industri tekstil ada dua jenis yaitu zat warna alam dan zat warna sintesis. Zat warna alam terdapat pada tumbuh-tumbuhan yang terdapat pada biji, buah, kulit ranting, daun, akar, bunga dan getah yang memiliki senyawa pemberi warna klorofil, karetonoid, antosianin dan tanin. Seperti warna kuning dari batang tegegan (*Cudraina javanensis*) dan kunyit (*Curcuma domestica*), coklat dari daun teh, krem dari kulit batang soga jambal (*Phelthophorum ferruginum*), merah atau kuning dari kesumba

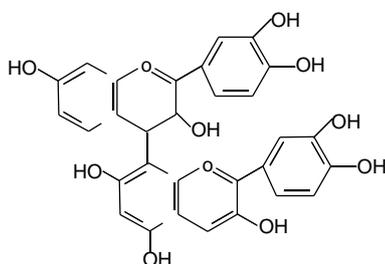
(*Bixa orellana*), hijau tua dan hitam dari daun jambu biji (*Psidium guajava*) dan coklat kecoklatan dari daun matoa (*Pometia pinnata*) serta warna merah anggur dari pinang (Ismorningsih, 1978).

Zat warna sintesis merupakan zat warna yang berasal dari bahan kimia turunan dari hidrokarbon aromatik seperti benzena, toluene, naftalen, dan antrasen. Kestabilan zat warna sintesis lebih stabil dibandingkan zat warna alam. Salah satunya naptol. Naptol merupakan salah satu pewarna sintetis yang sering digunakan dalam industri tekstil (Ismorningsih, 1978).

Limbah dari industri tekstil yang berasal dari zat warna alami mudah terdegradasi, sedangkan zat warna sintesis tidak mudah terdegradasi sehingga dapat mencemari ekosistem air dan membahayakan makhluk

yang hidup di dalam air maupun bagi manusia (Mahbubah 2013).

Tanin sebagai salah satu pewarna alami yang dapat dimanfaatkan sebagai pewarna tekstil. Senyawa tanin dapat ditemukan hampir disetiap bagian dari tumbuhan seperti kulit kayu, daun, buah, dan akar. Tanin dapat dijumpai pada kulit kayu sogu, kulit batang jambang, daun matoa, daun jambu biji, dan biji pinang. Sebagai sumber zat warna alam yang digunakan sebagai zat warna. Biji pinang hutan mengandung senyawa tanin. Tanin memiliki gugus kromofor yaitu C=O dan gugus auksokrom yaitu OH yang berasal dari golongan anion dan senyawa aromatik tak jenuh hidrokarbon aromatik (Buchanan, 1952).



Gambar 1. Struktur inti tanin

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah biji pinang hutan (*Pinanga khulli*) muda, metanol p.a, akuades, kertas saring, kain PE (poly ester) 10 x 10 cm, asam asetat glasial, HCl pekat, larutan besi III klorida (FeCl_3), Plat kromatografi lapis tipis, besi III sulfat (FeSO_4), alumunium tiosulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan deterjen/rinso.

Preparasi Sampel

Sebelum melakukan isolasi dengan metode maserasi, biji pinang hutan muda dikupas kulitnya untuk mendapatkan biji. Kemudian biji dikeringkan untuk mengurangi kadar air, kemudian dihaluskan dengan diblender.

Ekstraksi (Maserasi)

Tiga ratus gram biji pinang hutan muda yang sudah dihaluskan, dimasukkan kedalam gelas beaker, kemudian ditambahkan 400 mL metanol kemudian ditutup dan didiam selama

2 x 24 jam dan disaring, kemudian maserat diremaserasi kembali dengan 400 mL metanol kemudian filtrat disaring dan dievaporasi untuk menghilangkan pelarut dan mendapatkan ekstrak kasar, kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 100°C dan terbentuk serbuk coklat.

Uji Fitokimia Tanin

Uji Fitokimia tanin dengan metode Bremer's. Satu gram serbuk pinang hutan dimasukkan kedalam tabung reaksi ditambahkan 10 mL akuades panas, dihomogenkan kemudian disaring, filtrat ditambahkan 3 tetes FeCl_3 hasilnya positif jika terbentuk warna hijau kecoklatan/biru kehitaman.

Uji Kualitatif Kromatografi Lapis Tipis

Serbuk pinang seberat 0,5 gram dilarutkan dengan 4 mL metanol. Kemudian lempeng silika gel diaktivasi dalam oven selama 15 menit pada suhu 105°C , kemudian dibuat batas garis atas dan bawah 1 cm, tinggi lempeng 4 cm, dan ditotoli sampel. Lempeng yang sudah tertotoli sampel dimasukkan kedalam chamber yang berisi eluen asam asetat glasial : akuades : HCl pekat (7,5 : 2,5 : 1,5). Kemudian biarkan sampai eluen terelusi dan mencapai garis atas pada lempeng KLT dan keluarkan lempeng KLT sampai kering selanjutnya dideteksi dibawah sinar UV pada panjang gelombang 254 nm^{-1} (Harbone, 1987).

Karakterisasi ekstrak biji pinang hutan

Pada ekstrak biji pinang hutan sebagai bahan pewarna alam, maka dilakukan penentuan karakteristik terhadap kestabilan warna terhadap sinar matahari dan pengaruh lama penyimpanan pada suhu kamar.

1) Pengaruh Sinar Matahari

Satu gram serbuk biji pinang hutan ditambahkan 10 mL akuades dalam tabung reaksi dihomogenkan, kemudian di jemur di bawah sinar matahari mulai dari jam 10.00 sampai pukul 16.00 selama 4 hari sehingga total penyinaran selama 24 jam, setiap 6 jam dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 400 - 600 nm.

2) Pengaruh Kondisi Penyimpanan

Satu gram ekstrak biji pinang hutan ditambahkan 10 mL akuades disimpan pada suhu kamar mulai jam 10.00 – 16.00 selama 4 hari sehingga total penyimpanan selama 24 jam, kemudian setiap 6 jam diukur absorbannya pada panjang gelombang 400 – 600 nm.

Proses Pewarnaan Kain

1) Proses Pencelupan

Proses pewarnaan dengan cara pencelupan adalah 5 gram serbuk dari biji pinang hutan muda yang ditambahkan 500 mL air kemudian dipanaskan sampai mendidih dan campuran menjadi 100 mL, kemudian kain direndam dalam larutan ekstrak pada suhu 100°C selama 3 jam, diangkat dan dikeringkan sampai tetesan larutan pencelupan tidak ada lagi. Perlakuan diulangi dengan volume air 1000 mL.

2) Proses Fiksasi

Kain yang telah diwarnai direndam dalam larutan ferro sulfat (FeSO_4) dan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) selama 15 menit, kain diangkat, dan dikeringkan.

3) Uji Ketahanan Luntur

Pengujian ketahanan luntur dari pewarnaan pada kain dilakukan dengan cara penggosokan dan pencucian terhadap kain yang telah diwarnai, yaitu dengan mencuci bahan dengan deterjen, kemudian digosok/disikat dan dibilas serta dikeringkan.

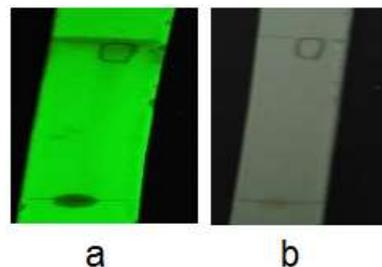
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi tanin sebagai pewarna

Hasil ekstraksi dari simplisia biji pinang hutan sebanyak 300 gram diperoleh serbuk 60,3849 gram atau rendamen 20,12% berwarna coklat pekat.

Uji tanin dilakukan dengan metode Bremer's, menghasilkan warna biru kehitaman. Perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi biru kehitaman menunjukkan serbuk biji pinang mengandung tanin terhidrolisis. Perubahan warna disebabkan tanin bereaksi dengan ion Fe^{3+} membentuk senyawa kompleks (Harbone, 1987).

Hasil uji fitokimia pada ekstrak metanol, menunjukkan bahwa biji pinang hutan (*Pinanga khulli*) mengandung senyawa tanin. Untuk menguatkan hasil uji fitokimia dilakukan identifikasi menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Dalam analisa KLT menggunakan sinar UV panjang gelombang 254 nm⁻¹ sebagai deteksi bercak. Hasil analisa dengan KLT ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Hasil uji KLT tanin
(a) plat KLT tampak pada sinar UV 254 nm
(b) plat KLT tanpa sinar UV

Bercak bercak yang muncul menunjukkan komponen-komponen ekstrak terpisah dengan baik. Hasil analisis dengan KLT diperoleh nilai Rf adalah 0,7. Nilai Rf tersebut apabila dibandingkan dengan nilai Rf ekstraksi tanin dari soga jambal adalah 0,737 dalam pelarut methanol tidak jauh berbeda. Nilai Rf yang baik berkisar antara 0,2 – 0,8 cm. Senyawa yang mempunyai Rf lebih besar berarti mempunyai kepolaran yang rendah. Hal tersebut dikarenakan fase diam bersifat polar. Senyawa yang lebih polar akan tertahan kuat pada fase diam, sehingga menghasilkan nilai Rf yang rendah. (Nuraini, 2002).

Tanin sebagai pewarna tekstil, perlu dilakukan uji stabilitas tanin terhadap pengaruh sinar matahari dan kondisi penyimpanan. Uji stabilitas tanin dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada $\lambda = 400-600$ nm, diperoleh serapan sebagaimana gambar 3.

Pada gambar 3 pengaruh sinar matahari menyebabkan penurunan nilai absorbans yang menunjukkan terjadinya degradasi pigmen (Togodli, 2012). Adanya degradasi pigmen ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi lebih terang. Nilai absorbans maserat yang dijemur selama 24 jam lebih kecil dibandingkan dengan lama penjemuran 6, 12 dan 18 jam. Semakin lama waktu penjemuran, nilai absorbans semakin kecil.

Kondisi ini menunjukkan semakin lama waktu penjemuran, terjadi degradasi pigmen tanin semakin banyak. Secara kasat mata, warna maserat sebelum diencerkan berwarna merah kecoklatan, setelah diencerkan ada perubahan warna menjadi kuning kecoklatan. Perubahan warna ini menunjukkan ada pengaruh pengenceran terhadap warna maserat. Nilai absorbansi pada maserat yang dilakukan pengenceran 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan absorbansi maserat yang tidak dilakukan pengenceran. Absorbansi semakin rendah dengan semakin lama waktu penjemuran. Penurunan nilai absorbansi menunjukkan terjadi degradasi warna maserat oleh sinar matahari.



(a)



(b)

Gambar 3. Grafik absornasi ekstrak biji pinang hutan terhadap pengaruh sinar matahari (a) tanpa pengenceran (b) pengenceran10 kali

Sinar matahari dapat merusak bahan nabati terutama pada buah-buahan yang berwarna. Sinar matahari mengandung sinar ultra violet yang mempunyai energi tinggi dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia dan membentuk radikal bebas yang bersifat tidak stabil (Lydia, 2001).

Waktu penyimpanan juga berpengaruh terhadap stabilitas dari tanin. Uji stabilitas

tanin dari biji pinang hutan terhadap waktu penyimpanan pada suhu kamar ditunjukkan pada gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Grafik absorbansi ekstrak biji pinang hutan dengan variasi waktu penyimpanan (a) tanpa pengenceran (b) pengenceran 10 kali

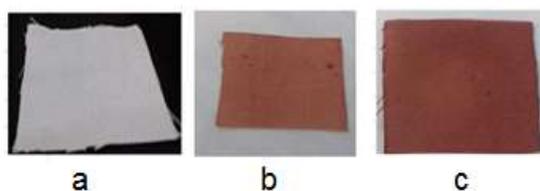
Hasil pengukuran absorbansi sebagaimana pada gambar 4, menunjukkan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas tanin dari ekstrak pinang hutan, baik tanpa pengenceran maupun yang telah diencerkan 10 kali. Absorbansi semakin rendah seiring dengan semakin lama waktu penyimpanan. Warna yang dihasilkan semakin lama semakin pudar dari warna merah kecoklatan menjadi coklat muda. Penyimpanan pada ruangan terbuka dan suhu 27°C dapat menyebabkan sampel mengalami reaksi enzimatik atau pembusukan oleh bakteri, sehingga kandungan tanin dalam sampel berkurang.

Identitas warna dari ekstrak biji pinang hutan yang disimpan pada suhu kamar dengan kondisi gelap selama 24 jam menunjukkan perubahan warna. Perubahan idensitas warna ini ditunjukkan dengan perubahan nilai absorbansi. Suhu penyimpanan

dapat mempengaruhi stabilitas warna (Budiarto,1991).

Pewarnaan Kain

Proses pewarnaan kain meliputi tahap: tahap pencelupan, tahap fiksasi dan uji ketahanan luntur. Hasil pewarnaan kain ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil pewarnaan kain dengan tanin (a) tanpa pewarna tanin (b) dengan pewarna tanin dalam 500 mL air (c) dengan pewarna tanin dalam 1000 mL air

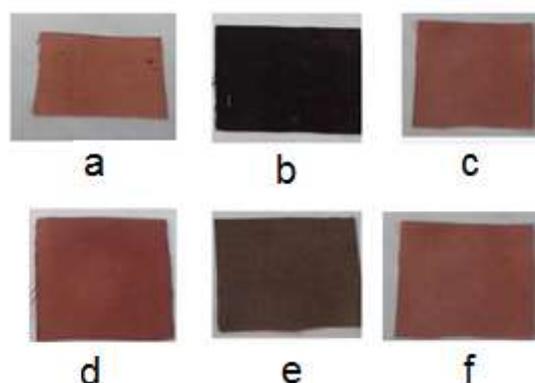
Kain yang dicelupkan pada larutan tanin dengan volume air 500 mL menghasilkan warna kain coklat muda. Kain yang dicelupkan pada larutan tanin dengan volume air 1000 mL menghasilkan kain coklat tua. Perbedaan warna ini diduga disebabkan oleh waktu pemanasan, semakin lama ekstrak biji pinang hutan dipanaskan semakin pekat warna larutan yang dihasilkan. Kain yang dicelup menghasilkan warna yang lebih pekat.

Kain yang berasal dari serat kapas ketika direndam pada larutan ekstrak biji pinang hutan, akan mengembang karena molekul-molekul air dan zat warna masuk ke dalam serat. Pori serat akan terbuka dan tanin selaku zat warna alam yang terdapat dalam larutan dapat masuk ke dalam serat bersamaan larutan pencelupan. Tanin yang telah teradsorpsi ke permukaan serat akan masuk dan mengendap ke dalam serat. Pada pencelupan tekstil, terjadi penyerapan zat warna ke dalam serat, tetapi terkadang terdapat senyawa-senyawa lain pada permukaan kain yang menghalangi penyerapan zat warna ke dalam serat kain. Oleh karena itu diperlukan penambahan zat pengikat (aditif) zat warna agar mudah terjadi difusi zat warna dari permukaan ke dalam serat kain. Selain membantu penyerapan zat warna pada bahan, zat aditif juga meningkatkan stabilitas warna sehingga tidak mudah luntur. Kain dalam hal ini serat dan molekul zat warna terjadi ikatan.

Penambahan zat-zat aditif dilakukan pada tahap fiksasi.

Tahap Fiksasi

Zat aditif yang digunakan fiksasi adalah FeSO_4 dan tawas, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Warna kain hasil fiksasi ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pewarnaan kain dengan tanin (a) tanpa zat aditif, tanin dalam 500mL air (b) penambahan zat aditif FeSO_4 , tanin dalam 500 mL air (c) penambahan zat aditif $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, tanin dalam 500 mL air (d) tanpa zat aditif, tanin dalam 1000mL air (e) penambahan zat aditif FeSO_4 , tanin dalam 1000 mL air (f) penambahan zat aditif tawas, tanin dalam 1000 mL air

Tahap fiksasi menggunakan dua jenis larutan yaitu FeSO_4 dan tawas; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebagai senyawa pembangkit warna. Fiksasi menghasilkan perubahan warna pada kain hasil pencelupan. Kain hasil pencelupan pada larutan tanin dalam 500 mL air yang berwarna coklat muda setelah dicelupkan ke dalam larutan FeSO_4 , berubah menjadi warna hitam. Kain warna coklat tua hasil pencelupan pada larutan tanin dalam 1000 ml air, berubah menjadi warna hijau keabuan setelah dicelupkan ke dalam larutan FeSO_4 .

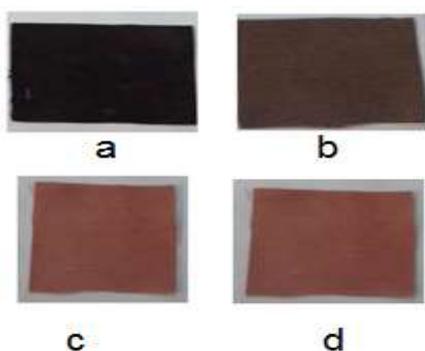
Hasil fiksasi dengan larutan tawas, menghasilkan warna coklat muda baik terhadap kain hasil pencelupan dalam larutan tanin dalam 500 mL maupun 1000 mL air. Hal ini terjadi karena tanin memiliki gugus hidroksi sebagai gugus polar dan dapat mengion sehingga tanin dapat bersifat reaktif. Penambahan FeSO_4 ke dalam ekstraksi akan membentuk ikatan ionik dengan gugus hidroksi dari tanin membentuk senyawa mordant. Mordant tergolong pewarna alami

yang dapat menempel dengan baik pada serat tekstil. (Citra, 2004)

Menurut Ruwan (2008), fiksasi merupakan suatu proses pewarnaan kain yang membuat warna tidak mudah pudar serta tahan gosokan. Fiksasi menggunakan FeSO_4 berfungsi untuk memberikan warna lebih gelap/tua sedangkan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ memberikan warna sesuai aslinya.

Uji ketahanan Luntur

Uji ketahanan luntur terhadap kain hasil fiksasi dilakukan dengan pencucian menggunakan detergen dan penggosokan. Hasil pengujian pada gambar 7.



Gambar 7. Warna kain setelah dicuci dan digosok (a) fiksasi dengan FeSO_4 , larutan tanin dalam 500 mL air (b) fiksasi dengan FeSO_4 , larutan tanin dalam 1000 mL air (c) fiksasi dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, larutan tanin dalam 500 mL air (d) fiksasi dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, larutan tanin dalam 1000 mL air

Fiksasi dengan menggunakan FeSO_4 dan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ menyebabkan ketahanan luntur semakin meningkat ini disebabkan oleh terjadinya pemasukan dan penguncian zat warna pada serat kain. Ketahanan warna suatu zat warna ditentukan oleh berat molekul, gugus pelarut yang sama jumlahnya maka ketahanan cucinya lebih baik. Menurut Harbone, 1983, Tanin merupakan salah satu unsur yang terkandung dalam ekstrak zat warna yang mempunyai susunan kimia yang sangat kompleks dengan ukuran dan bentuk molekul yang larut dalam air. pewarna tanin juga memberikan ketahanan luntur yang baik dengan penambahan bahan seperti FeSO_4 dan tawas memberikan warna yang bervariasi serta ketahanan luntur yang baik terhadap pencucian dan penggosokan. Terutama pada penambahan tawas serat terwarnai dengan

baik dan tidak mempengaruhi warna yang dihasilkan sedangkan FeSO_4 dapat mengubah warna hasil pencelupan.

Pada pembentukan kompleks tanin-fikser, ion pusat antara tanin-tanjung adalah Fe^{2+} , sedangkan ion pusat tanin-tawas adalah Al^{3+} . Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi ionik atom pusat pada tawas paling besar dibandingkan dengan tanjung. Hal ini menyebabkan kekuatan ikatan kompleks pada tanin tawas lebih kuat dan senyawa kompleks yang dihasilkan lebih stabil. Semakin stabil kompleks maka semakin sulit kompleks tersebut terdekomposisi maka semakin baik ketahanan lunturnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Tanin dalam biji pinang hutan (*Pinanga khulli*) diisolasi dengan metode maserasi dalam metanol menghasilkan ekstrak warna coklat pekat sebesar 20,12%.
2. Uji tanin menggunakan pereaksi FeCl_3 menghasilkan warna biru kehitama, dan analisa kromatografi lapis tipis diperoleh nilai $R_f = 0,7$.
3. Stabilitas warna dari tanin dipengaruhi oleh sinar matahari dan lama penyimpanan. Semakin lama waktu paparan sinar matahari dan waktu simpan, warna tanin semakin terdegradasi.
4. Proses fiksasi dapat meningkatkan stabilitas warna dari tanin sebagai pewarna tekstil, sehingga mempunyai daya ketahanan luntur yang baik, baik pada proses perendaman dan penjemuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Budihartati, dian. 2014., *Ekstraksi Tannin Dari Kulit Kayu Soga Tinggi Untuk Pewarna Batik*. Teknik Kimia., Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Birgitta Eknis Putri. 2014. *Kadar Piliifenol dan Efek Antioksidan Ekstrak Etanol Buah sosis (Kigelia africana (Linn.) Benth.) serta Aplikasinya Dalam Sabun Transparan*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Setya Wacana Salatiga, Indonesia.

- Day, R.A., A.L. Underwood. 2002. *Analisa Kimia Kuantitatif*, Edisi VI. Erlangga. Jakarta.
- Hana Gradenia Mahbubah, 2013., *Identifikasi Morfologi Fungi (Isolat M) yang Dapat Mendegradasi Pewarna Sintetik*, Universitas Pendidikan Indonesia |Reporstory. upi. edu| perpustakaan. upi. edu.
- Hardjono, Sastrohamidjojo. 2007. *Spektroskopi*. Liberty.Yogyakarta.
- Harborne, J.B. 1987., *Metode Fitokimia*, Edisi Kedua, ITB Bandung
- Handika, Riva. 2002., *Ekstraksi Zat Warna dari Daun Acasia auriculu formis sebagai Pewarna Tekstil*, Skripsi, Universitas Syah Kuala. Banda Aceh
- Heyne, K. 1987., *Tumbuhan Berguna Indonesia*, Sarang Wanajaya, Jakarta
- Isminingih. 1978., *Pengantar Kimia Zat Warna*, STTT. Bandung.
- Lestari, P., Wijana, S., Putri, W. I. 2014., *Ekstraksi Tanin Dari Daun Alpukat (Persea Americana Mill.) Sebagai Pewarna Alami (Kajian Proporsi Pelarut Dan Waktu Ekstraksi)*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Mukhlis.2011. *Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Batang Jambang (Syzygium Cumini) Sebagai Bahan Dasar Pewarna Tekstil*, Pendidikan Kimia FKIP: Unsyiah Darusallam. Banda Aceh.
- Mulyono.2006. *Kamus Kimia*, Bumi Aksara. Jakarta
- Purba 2011., *Ekstraksi Zat Warna Alam Dari Bonggol Tanaman Pisang (Musa paradisiaca L.) dengan Metode Maserasi, Refluks, dan Sokletasi*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Denpasar.
- Prayitno, R.E.,Wijana, S., dan Diyah, B. S. 2014. *Pengaruh bahan fiksasi terhadap ketahanan luntur dan intensitas warna kain mori batik hasil pewarnaan daun alpukat (Persea Americana Mill)*. Fakultas teknologi pertanian. Universitas Brawijaya.
- Ruwan L., 2008. *Pengaruh zat fiksasi terhadap ketahanan luntur warna pada proses pencelupankain kapas dengan menggunakan zat warna dari limbah kayu jati (Tectona grandis) [skripsi]*. Universitas Negeri Semarang: Semarang (ID)
- Sastrapradja.S, dkk 1978., *Tanaman Obat yang Digunakan*, Lembaga Biologi Nasional. LIPI, Bogor.
- Saputro, A.N.C. 2012. *Konsep dasar kimia koordinasi*.Yogyakarta: Deepublish.
- Togodli, Lina., 2012. *Ekstraksi Dan Karakterisasi Pigmen Buah Yuwaingen (Melastomamalathricum L) Dari Daerah Kelila Kabupaten Membramo Tengah*, Skripsi, Universitas Cenderawasih,: Jayapura
- Wardah, Setyowati FM., 2005. *Pembuatan Ekstrak Zat Warna Alami Tekstil*,UNS. Surakarta
- Winarti, S., Ulya S. dan Dhini A., 2008., *Ekstrak Dan Stabilitas Warna Ubi Jalar Ungu Sebagai Pewarna Alam*, Jurnal Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Wisnobroto, Soekardi., Ir. Siti lela Amina S, dan Ir. Mulyono Nitisapto. 1983. *Asas-asas meteorologi pertanian*. Ghalia Indonesia: Jakarta.