

REVIEW : SUMBER DAN PEMANFAATAN ZAT WARNA ALAM UNTUK KEPERLUAN INDUSTRI

(Review : Source and Utilization of Natural Dyes for Industrial Use)

Titiek Pujilestari

Balai Besar Kerajinan Dan Batik, Jl. Kusumanegara No. 7, Yogyakarta 55166

Email:titiekpujilestari@yahoo.com

Tanggal Masuk Naskah: 2 September 2015

Tanggal Revisi Naskah: 2 Desember 2015

Tanggal Disetujui: 7 Desember 2015

ABSTRAK

Pada umumnya pewarna sintetis memiliki beberapa keunggulan antara lain; jenis warna beragam dengan rentang warna luas, ketersediaan terjamin, cerah, stabil, tidak mudah luntur, tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, daya mewarnai kuat, mudah diperoleh, murah, ekonomis, dan mudah digunakan. Namun demikian penggunaan pewarna sintetis dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan serta berpengaruh kurang baik terhadap semua bentuk kehidupan. Pewarna alami bersifat tidak beracun, mudah terurai, dan ramah lingkungan. Sumber utama pewarna alami adalah tumbuhan dan mikroorganisme, warna yang dihasilkan beragam seperti; merah, oranye, kuning, biru, dan coklat. Kelompok penting senyawa kimia pewarna alami adalah karotenoid, flavonoid, *tetrapirroles*, dan xantofil. Pewarna alami dapat digunakan pada industri tekstil, makanan, farmasi, kosmetik, kerajinan dan penyamakan kulit. Peningkatan kepedulian terhadap kesehatan dan lingkungan, menjadikan pewarna alami sebagai pewarna yang dianjurkan, disamping itu produk industri dengan pewarna alami memiliki pasar yang baik.

Kata Kunci: pewarna alami, sumber, senyawa kimia, kegunaan

ABSTRACT

In general, synthetic dyes have several advantages, among others; a variety of colors with wide color range, availability is assured, bright, stable, not easily fade, resistant to various environmental conditions, strong coloring power, easily available, cheap, economical, and easy to use. However, the use of synthetic dyes can cause health and environmental problems as well as the unfavorable impact of all forms of life. Natural dyes are non-toxic, biodegradable, and environmentally friendly. The main sources of natural dyes are plants and microorganisms, which produced a variety of colors such as; red, orange, yellow, blue, and brown. An important group of chemical compounds of natural dyes are carotenoids, flavonoids, tetrapirroles, and xanthophylls. Natural dyes can be used in the textile industry, food, pharmaceutical, cosmetics, handicrafts and leather tanning. Increased concern for health and the environment to make natural dyes for coloring the main alternative to synthetic dyes, in addition to products with natural dyes have a good market.

Keywords: natural dyes, source, chemical compounds, usability

PENDAHULUAN

Beragamnya selera konsumen terhadap warna suatu produk, menjadikan produsen memvariasikan warna produk yang dibuat. Kemajuan teknologi mampu menciptakan

zat pewarna sintetis dengan berbagai variasi warna (Manurung, 2012). Zat pewarna sintetis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan zat pewarna alam yaitu antara lain, mudah diperoleh di pasar,

ketersediaan warna terjamin, jenis warna beragam dan lebih praktis serta lebih mudah digunakan (Suarsa dkk., 2011; Kartina dkk., 2013) serta lebih ekonomis (Purnomo, 2004) dan lebih murah (Paryanto dkk., 2012; Kartina dkk., 2013). Di samping itu pewarna sintetis, lebih stabil, lebih tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, daya mewarnainya lebih kuat dan memiliki rentang warna yang lebih luas (Kartina dkk., 2013) serta tidak mudah luntur dan berwarna cerah (Kant, 2012).

Perkembangan industri di bidang sandang, pangan, kosmetik dan farmasi serta terbatasnya jumlah zat pewarna alami menyebabkan peningkatan penggunaan zat warna sintetis (Paryanto dkk., 2012). Secara perlahan penggunaan pewarna alami mulai ditinggalkan dan digantikan dengan pewarna sintetis (Purnomo, 2004 dan Suarsa, dkk. 2011). Pewarna sintetis digunakan untuk berbagai keperluan, tidak hanya untuk pewarnaan tekstil, barang kerajinan, peralatan rumah tangga, kendaraan, dan interior/eksterior bangunan; tetapi juga untuk makanan, minuman, dan lainnya.

Penggunaan pewarna sintetis dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan. Penggunaan pewarna sintetis seperti *Rhodamin B*, *Methanyl Yellow*, dan *Amaranth* pada makanan dan minuman, sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat memicu terjadinya kanker serta kerusakan ginjal dan hati (Reysa, 2013). Sankaya *et al.* (2012) melaporkan bahwa penambahan *Amaranth* 12,5; 25; dan 50mg/ml menunjukkan hasil reaksi positif pada uji *Somatic Mutation and Recombination Test*, atau dengan kata lain dapat berpotensi menyebabkan *genotoxicity*. Mamoto dkk. (2013) juga menyatakan bahwa *Rhodamin B* seringkali digunakan untuk mewarnai suatu produk makanan, minuman, obat-obatan dan kosmetik.

Rhodamin B merupakan bahan berbahaya, karena dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal dan limfa diikuti perubahan anatomi berupa pembesaran organ.

Limbah pewarna sintetis dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan merupakan bahan berbahaya, karena beberapa pewarna dapat terdegradasi menjadi senyawa yang bersifat karsinogenik dan beracun (Widjajanti dkk., 2011; Kant, 2012). Selanjutnya Kant (2012) menyatakan bahwa limbah industri tekstil penuh warna dan bahan kimia organik dari zat pewarna sintetis. Bercampurnya material koloid dengan limbah pewarna, dapat meningkatkan kekeruhan dan menjadikan air berpenampilan buruk, berbau, mencegah penetrasi sinar matahari. Dampak yang ditimbulkan adalah penipisan oksigen terlarut, kualitas perairan menurun dan kematian makhluk hidup yang tinggal di dalamnya karena kekurangan oksigen atau terkontaminasi senyawa beracun (Widjajanti dkk., 2011). Di samping itu ketika limbah dibiarkan mengalir akan menyumbat pori-pori tanah yang berakibat pada hilangnya produktivitas tanah, tekstur tanah mengeras dan mencegah penetrasi akar tumbuhan (Kant, 2012).

Pewarna alami merupakan alternatif pewarna yang tidak toksik, dapat diperbaharui (*renewable*), mudah terdegradasi dan ramah lingkungan (Yernisa, dkk., 2013). Pada tulisan ini disajikan dan dibahas zat pewarna alami yang meliputi sejarah, sumber, penggolongan, cara memperoleh, kandungan senyawa kimia, dan penggunaan zat pewarna alami pada berbagai industri. Hal ini untuk memberikan informasi tentang zat pewarna yang aman, ramah lingkungan untuk digunakan pada proses pengolahan atau pembuatan produk industri, baik pada pangan, obat-obatan, kosmetika dan industri lainnya.

ZAT PEWARNA ALAMI

Sejarah Zat Pewarna Alami

Warna merupakan salah satu daya tarik utama, dan menjadi kriteria penting untuk penerimaan produk seperti tekstil, kosmetik, pangan dan lainnya (Rymbai *et al.*, 2011). Zat warna sangat diperlukan untuk menambah nilai artistik dan digunakan dalam memvariasikan suatu produk (Jos, dkk., 2011). Seni aplikasi warna telah dikenal manusia mulai dari jaman dahulu, pada 3500 SM (sebelum masehi) manusia telah menggunakan zat pewarna alami yang diekstrak dari sayuran, buah-buahan, bunga, dan serangga (Kant, 2012). Hal ini diperkuat dengan temuan pakaian berwarna dan jejak pewarna dari *madder* di reruntuhan peradaban Mohenjodaro dan Harappa 3500 SM. Mumi yang ditemukan di makam raja Tutankhamnen di Mesir terbungkus oleh kain berwarna merah, hasil uji kimia menunjukkan bahwa warna merah merupakan senyawa alizarin suatu pigmen yang diekstrak dari *madder* (Aberoumand, 2011). Catatan tertulis ditemukan bahwa, pewarna alami telah digunakan di China pada 2600 SM (Rymbai *et al.*, 2011). Di anak benua India pencelupan kain telah dikenal pada periode lembah Indus yaitu pada 2500 SM (Aberoumand, 2011).

Pada abad ke empat masehi, pewarna seperti *woad*, *madder*, *weld*, *brazilwood*, *indigo* (nila), telah diketahui, bahkan *henna* telah digunakan pada 2500 SM. Referensi penggunaan *biocolorants* untuk pewarna makanan diketahui dari teks *Shosoin* periode Nara asal Jepang abad ke delapan, berisi tentang pewarnaan kacang kedelai dan adzuki-kue kacang. Dengan demikian tampak bahwa selama periode tersebut orang-orang telah mewarnai makanan olahan (Rymbai *et al.*, 2011).

Zat pewarna alami memiliki kelemahan antara lain warna tidak stabil, keseragaman

warna kurang baik, konsentrasi pigmen rendah, spektrum warna terbatas (Paryanto dkk., 2012). Disamping spektrum warna yang terbatas, juga mudah kusam dan ketahanan luntur rendah bila dicuci serta kena sinar matahari (Kant, 2012).

WH Perkin tahun 1856 M, menemukan pewarna sintetis yang memberikan berbagai macam warna dengan rentang luas dan benuansa terang. Akibatnya penggunaan pewarna sintetis menggeser penggunaan pewarna alami. Namun demikian pewarna sintetis bersifat racun dan berefek samping bagi semua makhluk hidup (Kant, 2012). Warna yang berasal dari turunan mineral (potassium dikromat, tembaga sulfat) dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius dan memberikan pengaruh yang berbahaya pada lingkungan (Rymbai *et al.*, 2011). Oleh karena itu penggunaan pewarna alami digiatkan kembali di seluruh dunia (Kant, 2012).

Dalam beberapa dekade terakhir, warna sintetis mendapat banyak kritikan, dan konsumen bersikap enggan untuk menerima produk dengan warna sintetis, serta lebih suka pewarna alami. Pada tahun 1960, para aktivis lingkungan di Amerika Serikat menentang penggunaan pewarna sintetis dan sikap ini menyebar luas. Aktivis mengkampanyekan penggunaan pewarna alami, menyoroti karakteristik nutrisi sebagai alat penjualan. Hasilnya, jumlah warna buatan yang diizinkan berkurang, dan kesukaan konsumen pada pewarna alami meningkat signifikan.

Atas dasar ketergantungan relatif konsumen pada produk alami, kesehatan, nutrisi, farmasi, *fashion* dan kepedulian terhadap lingkungan hidup, maka pewarna alami menjadi alternatif utama sebagai pengganti dari pewarna sintetis (Rymbai *et al.*, 2011). Disamping itu produk dengan pewarna alami memiliki pasar yang baik.

Sumber Zat Pewarna Alami

Sumber pewarna alami adalah tumbuhan, binatang, dan mikroorganisme (Aberoumand, 2011; Rymbai *et al.*, 2011; Gupta *et al.*, 2011). Visalakshi and Jawaharlal (2013) menyatakan bahwa pewarna alami dapat diperoleh dari tumbuhan, binatang atau mineral. Dari berbagai sumber tersebut hanya sedikit yang tersedia dalam jumlah yang cukup untuk digunakan secara komersial sebagai pewarna makanan (Aberoumand, 2011; Rymbai *et al.*, 2011; Gupta *et al.*, 2011), dari jumlah yang sedikit tersebut sebagian besar berasal dari tumbuhan (Aberoumand, 2011; Rymbai *et al.*, 2011).

Hampir semua bagian tumbuhan apabila diekstrak dapat menghasilkan zat warna, seperti: bunga, buah, daun, biji, kulit, batang/kayu dan akar. Di antaranya adalah; ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L*) memberikan pigmen berwarna kuat dan apabila dilarutkan dalam air akan menimbulkan warna merah, jingga, ungu, dan biru (Hayati dkk., 2012). Ekstrak kulit buah manggis menghasilkan warna merah (Wulaningrum, 2013), dapat digunakan untuk pewarna kain katun, menghasilkan warna coklat muda sampai coklat kemerahan (Manurung, 2012). Ekstrak daun jati menghasilkan warna yang stabilitas warnanya akan berubah dengan adanya perubahan pH. Pada pH tinggi berwarna biru, kemudian berwarna violet dan pada pH rendah akan berubah menjadi berwarna merah (Harmayani dkk., 2013). Ekstrak biji kesumba dapat memberikan warna dari kuning hingga merah, larut dalam pelarut organik seperti kloroform, aseton, etil asetat dan natrium hidroksida (Paryanto, 2013). Ekstrak kayu secang (*Caesalpinia Sappan L*) dapat memberikan warna merah (Padmaningrum dkk., 2012; Kurniati dkk. 2012), pada pH netral (pH 6-7) berwarna

merah tajam, cerah dan bergeser kearah merah keunguan seiring meningkatnya pH, dapat diaplikasikan pada makanan padat yang biasanya memiliki pH netral, seperti pada makanan jajanan dan snack (Kurniati dkk., 2012). Ekstrak kulit soga tingi (*Ceriops tagal*) menghasilkan tanin yang termasuk kedalam kelompok tanin terkon densasi tipe *procyanidin*, dapat memberikan warna coklat kemerahan pada kain yang diwarnainya (Jansen *et al.*, 2005 di dalam Handayani dan Maulana, 2014). Ekstrak kulit akar mengkudu menggunakan pelarut air menghasilkan pigmen berwarna coklat kehitaman, sedangkan dengan pelarut metanol menghasilkan warna coklat kemerahan (Thomas dkk., 2013).

Salah satu tumbuhan laut yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan pewarna alami adalah mikroalga *Spirulina platensis*. Ekstraksi *Spirulina platensis* menggunakan pelarut asam asetat menghasilkan ekstrak zat warna biru yang memiliki intensitas warna tertinggi dengan absorbansi maksimalnya 620 nm. Senyawa kimia pigmen biru gelap tersebut adalah *phycocyanin* (Jos dkk., 2011). Kandungan *phycocyanin* dalam 10 gram *Spirulina* kering juga termasuk cukup tinggi yaitu 1400 mg atau sekitar 14% (Henrikson, 2000 di dalam Jos dkk., 2011).

Mikroorganisme telah diketahui dapat memproduksi berbagai macam pigmen. Oleh karena itu dapat dijadikan sebagai bagian dari sumber pewarna alami. Pigmen utama yang dihasilkan oleh mikrobia adalah merah, kuning dan biru. Beberapa peneliti fokus untuk memproduksi warna merah dan kuning, seperti *monascue* yang dihasilkan dari *Monascus sp.*, karotenoid dari *Phaffia rhodozyma*, *Micrococcus roseus*, *Brevibacterium linens* dan *Bradyrhizobium sp.*, serta *xanthomonad* dari *Xanthomonas campestris* pv. Penelitian tentang bakteri

penghasil warna biru sangat terbatas karena beberapa bakteri tidak berkemampuan dalam menghasilkan warna biru (Gupta *et al.*, 2011). Malik *et al.* (2012) menyatakan bahwa mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan pigmen dengan produksi tinggi adalah spesies dari *Monascus*, *Paecilomyces*, *Serratia*, *Cordyceps*, *Streptomyces*, *Penicillium herquei*, *Penicillium atrovenetum*, *Rhodotorula*, *Sarcina*, *Phaffia Cryptococcus*, *Monascus purpureus*, *Phaffia rhodozyma*, *Bacillus sp.*, *Achromobacter*, dan *Yarrowia*.

Penggolongan Zat Pewarna Alami

Zat warna alami dapat digolongkan berdasarkan, pemakaiannya, warna yang ditimbulkan, struktur molekul, dan lainnya. Berdasarkan pemakaiannya, digolongkan menjadi zat warna substantif (langsung dapat digunakan untuk pewarnaan) dan zat warna reaktif (tidak dapat langsung digunakan atau yang memerlukan bahan pembantu untuk pewarnaannya).

Berdasarkan warna yang ditimbulkan (*coloring matter*), dibagi menjadi empat golongan yaitu zat warna: mordan (alam), direk, asam/basa, dan bejana (Purnomo, 2004). Sebagian besar zat pewarna alami termasuk dalam zat warna mordan alam. Agar warna dapat terikat dengan baik, maka pada proses pewarnaannya diperlukan bahan tambahan untuk pengikat atau fiksator. Sebagai contoh zat warna kuning dari daun jati dan merah dari *madder* memerlukan mordan dari alum yang berfungsi sebagai bahan pengikat warna (Visalakshi and Jawaharlal, 2013).

Zat warna direk melekat diserat berdasarkan ikatan hidrogen, sehingga ketahanannya rendah, contoh zat warna kurkumin dari kunyit. Zat warna asam/basa memiliki gugus kombinasi asam dan basa, cocok untuk diterapkan pada serat sutera

atau wol, dan tidak memberikan pewarnaan yang permanen pada kain katun. Sebagai contoh zat warna flavonoid. Zat warna bejana dapat mewarnai serat berdasarkan reaksi reduksi oksidasi (redoks), dikenal sebagai zat warna paling tua didunia dengan ketahanan yang paling unggul dibanding zat pewarna alami yang lain. Sebagai contoh zat warna *indigotin* dari daun nila (*indigofera*).

Zat pewarna alami dapat diperoleh dari berbagai sumber dan memiliki struktur kimia yang beraneka ragam. Rymbai *et al.* (2011) menyatakan bahwa terdapat tiga golongan pewarna alami yang paling penting yaitu; *tetrapyrrols*, *tetraterpenoids*, dan *flavonoids*. Sedangkan menurut Malik *et al.* (2012) golongan pigmen alami yang paling penting yaitu; *karotenoids*, *flavonoid*, *tetrapirroles* dan beberapa *xantophylls* sebagai *astaxanthin*.

Cara Memperoleh Zat Pewarna Alami

Isolasi pigmen/pewarna alami dari tumbuhan dapat dilakukan dengan cara mengekstrak bagian tumbuhan dengan menggunakan pelarut yang sesuai kepolarannya dengan zat yang akan diekstrak. Menurut Purnomo (2004) zat pewarna alam dapat diperoleh dengan cara ekstraksi dari berbagai bagian tanaman menggunakan pelarut air pada suhu tinggi atau rendah. Pada cara ini zat yang terambil sangat bervariasi tergantung dari jenis sumbernya. Suarsa dkk. (2011) melakukan ekstrak pewarna dari batang pisang dengan cara merendam dalam air dingin selama 24 jam. Ekstrak yang diperoleh kemudian disaring dan ampasnya dimaserasi lagi dengan air, diulang sampai semua metabolit terekstraksi. Kemudian dikeringkan dengan cara evaporasi menggunakan penguap putar

vakum (*rotary vacuum evaporator*) sampai diperoleh ekstrak kering.

Visalakshi dan Jawaharlal (2013) menyatakan bahwa ekstraksi pigmen zat warna alam cukup dengan merendam bahan dalam air dingin selama 24 jam. Jika air yang digunakan terkontaminasi dengan mineral seperti zat besi, maka akan terjadi pergeseran warna. Untuk menghindari pergeseran warna dapat digunakan air suling atau air deionisasi. Kemudian dipanaskan sampai mendidih ($98-100^{\circ}\text{C}$), untuk zat warna yang sensitif terhadap panas (biasanya zat warna dari bunga) sampai suhu $70-80^{\circ}\text{C}$, dan dipertahankan selama 1-2 jam tergantung dari zat warna yang diekstrak. Setelah cairan dingin, segera dilakukan penyaringan.

Ekstraksi senyawa golongan flavonoid dianjurkan dilakukan pada suasana asam karena asam dapat mendenaturasi membran sel tanaman, kemudian melarutkan pigmen antosianin sehingga dapat keluar dari sel serta mencegah oksidasi flavonoid. Antosianin dapat terekstrak dengan baik dalam pelarut asam terutama asam tartrat (Wulaningrum, 2013). Ekstraksi zat warna *indigo* dari daun tanaman nila dilakukan dengan cara hidrolisis selama 24 jam menggunakan katalis asam. Hasil dari reaksi hidrolisis dipisahkan antara filtrat dan rafinat. Filtrat kemudian dioksidasi dengan menggunakan aerator selama 12 jam. Penggunaan katalis asam sulfat 0,01 M dengan cara tersebut akan dihasilkan zat warna *indigo* yang tinggi, yaitu sebesar 29,20 ppm (Handayani dan Mualimin, 2013). Ekstraksi zat warna kesumba (*Bixa orellana*) menggunakan pelarut basa NaOH 0,4M, suhu 90°C selama 3 (tiga) jam memberikan hasil serbuk kering 19,6 g/l larutan ekstrak, lebih baik dibanding pelarut $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Paryanto dkk., 2012). Biomassa sel mikroalga *Spirulina platensis* akan jauh

lebih mudah larut dalam pelarut polar, seperti air dan larutan penyangga (*buffer*) bila dibandingkan dengan pelarut kurang polar seperti aseton atau kloroform (Jos dkk., 2011).

Ekstraksi pigmen dari sel-sel bakteri dapat dilakukan dengan cara sentrifugasi sel-sel pada $8000 \times g$ selama 5 menit, dan membuang supernatan. Pelet sel dibilas dengan air deionisasi, kemudian dilanjutkan dengan sentrifugasi ($8000 \times g$ selama 5 menit) untuk memulihkan sel-sel dengan pemakaian supernatan lagi. Sel-sel yang telah pulih kemudian dicampur dengan 2 ml etanol (99,7%). Campuran sel dan etanol diperlakukan dengan *ultrasonication* sampai sel benar-benar dikelantang. Ekstrak etanol kemudian dipisahkan dari mikrobia dengan sentrifugasi pada $10.000 \times g$ selama 5 menit (Gupta *et al.*, 2011).

Kandungan Senyawa Kimia Zat Pewarna Alami

Pewarna alam yang diperoleh dari tanaman sangat beragam di antaranya seperti merah, kuning, biru, coklat, dan hitam; tergantung dari jenis dan bagian tanaman serta cara memperolehnya. Pigmen yang dihasilkan dari tanaman sekitar 2000 pigmen, 150 di antaranya telah dimanfaatkan. Di samping itu pewarna yang diekstraksi dari beberapa tanaman dapat diklasifikasikan sebagai obat dan beberapa di antaranya telah menunjukkan aktivitas anti mikroba (Visalakshi dan Jawaharlal, 2013).

Molekul zat warna alami merupakan gabungan dari zat organik yang tidak jenuh, khromofor sebagai pembawa warna seperti gugus azo, nitroso, nitro dan gugus karbonil, dan auksokrom sebagai pengikat antara warna dengan serat seperti golongan kation dan anion (Witt dalam Suheryanto, 2013).

Senyawa kimia alami yang merupakan pigmen berwarna kuning-oranye-merah merupakan karotenoid (Rymbai, 2011). Golongan karotenoid yang penting diantaranya karotene (β -karoten ($C_{40}H_{56}$) dan *lycopene* ($C_{40}H_{56}$)); *xanthophyl* (*canthaxanthin* ($C_{40}H_{52}O_2$), *zeaxanthin* ($C_{40}H_{56}O_2$), dan *lutein* ($C_{40}H_{56}O_2$)), dan *capsanthin* ($C_{40}H_{56}O_3$). β -karoten merupakan pigmen berwarna oranye-kuning, sedangkan *lycopene* merupakan pigmen yang dapat memberikan warna merah. *Xanthophyl* adalah karoten oksigen, dapat memberi warna oranye-kuning. *Lutein* juga merupakan karotenoid yang sangat umum, berwarna lebih hijau-kekuningan. Warna kuning-oranye dari *annatto* berasal dari lapisan kulit luar biji *Bixa orellana*, warna tersebut merupakan gabungan dari karotenoid, *bixin* dan *nor-bixin* (Aberoumand, 2011).

Flavonoid merupakan kelompok beragam dari senyawa polifenol berkontribusi pada warna kuning produk hortikultura, lebih dari 4000 struktur flavonoid unik telah diidentifikasi dari 53 sumber tanaman. Berdasarkan perbedaan struktur molekul, flavonoid dikelompokkan menjadi enam kelas utama yang berbeda yaitu flavonol, flavanon, flavon, isoflavon, flavonol, dan antosianidin. Flavonol dapat memudar dalam cahaya yang kuat tetapi flavon tetap lebih permanen, namun lebih pucat dalam warna. Pigmen penting dari flavon adalah *apigenin*, *kaempferol*, *quercetin*, *myricetin*, *luteolin*, *tricin*, *isoramnetin* (Rymbai et al. 2011).

Quercetin adalah salah satu flavonoid yang paling penting, memiliki rumus molekul $C_{15}H_{10}O_7$. *Luteolin* merupakan salah satu senyawa berwarna kuning, juga merupakan salah satu flavonoid, memiliki rumus molekul $C_{15}H_{10}O_6$ (Rymbai et al. 2011).

Anthocyanidins termasuk kedalam flavonoids yang sangat berwarna. Anthocyanin adalah glikosida dari antosianidin merupakan kelas fenolik memberikan warna biru-merah-oranye-ungu. Sampai saat ini, lebih dari 540 pigmen antosianin telah diidentifikasi, sebagian besar merupakan variasi struktural dari glikosidisksubstitusi pada posisi 3 dan 5 dan kemungkinan asilasi residu gula dengan asam organik (Rymbai et al., 2011).

Tanin diklasifikasikan menjadi *hydrolyzable tannin* (*pyrogallol tannin*) dan *condensed tannins* (*catechol*). *Condensed tannin* dikenal sebagai *proanthocyanidins* merupakan polimer yang terdiri dari 2 sampai 50 (atau lebih) unit flavonoid yang bergabung dengan ikatan karbon-karbon, yang tidak rentan terhadap hidrolisis (Ismarani I., 2013). *Hydrolyzable tannins* (*pyrogallol*) dan *condensed tannins* (*catechol*) atau *flavonoid tannin* berasal dari kelompok *flavonol*; dapat digunakan sebagai bahan penyamak kulit. Masing-masing memberikan warna kuning kecoklatan dan coklat kemerahan (Kasmujiastuti, 2014).

Tetrapyrrole adalah klorofil yang merupakan pigmen hijau dimanfaatkan oleh semua tanaman untuk berlangsungnya fotosintesis. Penggunaan sebagai pewarna terbatas, karena labilitas dari magnesium dan terkait perubahan warna yang terjadi.

Anthracenes mengandung beberapa pewarna terkenal. Kelompok terbesar yang paling dikenal penggunaannya adalah *anthraquinones* (kuinon), karena memberi warna yang tajam. Pewarna antrakuinon membutuhkan mordant (ion logam kompleks) untuk proses pewarnaan kain (Rymbai et al. 2011).

Betacyanin (*betalains*) merupakan pigmen berwarna merah, diperoleh dari ekstrak bit merah (*Beta vulgaris*), kegunaan utamanya adalah sebagai pewarna makanan.

Komponen utama *betacyanin* (*betalains*) adalah pigmen *betanin* (95%) dan memiliki rasa yang baik. Ekstrak akar bit mengandung pigmen merah, kuning dan juga merah kebiruan tergantung pada kandungan *betanin*, stabil pada kisaran pH tinggi. Digunakan untuk pewarna makanan seperti minuman, kembang gula dan produk susu. *Bixin* dapat diperoleh dari ekstrak biji Sinduri (*Bixa orellana* Linn.), dapat memberikan warna oranye-kuning ke dalam produk. Kurkumin adalah pewarna kuning cerah, diperoleh dari ekstrak serbuk rimpang kunyit (*Curcuma longa* Linn.). Indigo biru diperoleh dari ekstrak daun kering *Indigofera spp*, yang berisi *glukosida indican* atau *isatan B* atau *Indigotin*. Pemanasan daun teh dalam lingkungan yang basah dan suasana asam, dapat menyebabkan perubahan senyawa klorofil menjadi feofitin, dan warna berubah menjadi hijau kecoklatan.

Kegunaan Zat Pewarna Alami

1. Industri Tekstil

Para pengrajin batik dan tenun tradisional telah banyak mengenal tumbuhan-tumbuhan yang dapat digunakan untuk mewarnai bahan tekstil; beberapa diantaranya adalah daun nila (*Indigofera sp.*), kulit kayu sogatunji (*Ceriops candolleana* Arn), kayu tegegan (*Cudraina javanensis*), kunyit (*Curcuma sp.*), teh (*Camelia sp.*), akar mengkudu (*Morinda citrifolia*), kulit kayu sogatunji jambal (*Pelthophorum ferruginum*), kesumba (*Bixa orellana*) dan daun jambu biji (*Psidium guajava*) (Susanto, 1973).

Agar warna tekstil yang dihasilkan tidak mudah luntur dan cemerlang, maka pada proses pencelupan/pewarnaan perlu ditambahkan suatu bahan yang dapat berfungsi sebagai *mordant* atau fiksator (pengikat) zat warna. Bahan fiksasi perlu

dipilih dari bahan yang ramah lingkungan dan bersifat non-toksik supaya tidak menjadi masalah pada lingkungan (Kurniasari dan Maharani, 2015). Bahan pengikat yang sering digunakan pada industri batik antara lain: jeruk sitrun, jeruk nipis, cuka, sendawa, boraks, tawas, gula batu, gula jawa, gula aren, tunjung, prusi, tetes, air kapur, tape, pisang klutuk, daun jambu klutuk. Perbedaan jenis bahan pengikat zat warna alam pada proses pewarnaan kain akan menghasilkan kain dengan arah warna yang berbeda (Soebandi dkk., 2011 dalam Handayani dan Muallimin, 2013). Penggunaan *mordant* dari logam berat dibatasi, yaitu untuk As (1 ppm), Pb (1 ppm), Cd (2 ppm), Cr (2 ppm), Co (4 ppm), Cu (50 ppm), Ni (4 ppm), dan Zn (20 ppm), sedangkan penggunaan *mordant* yang berasal dari logam Al, Fe dan Sn tidak dibatasi (Visalakshi dan Jawaharlal, 2013).

Handayani dan Maulana (2013) melaporkan bahwa pewarnaan kain dengan sogatunji menggunakan bahan pengikat tunjung, menghasilkan warna hitam. Sedangkan dengan tawas menghasilkan warna coklat dan kapur menghasilkan warna coklat kemerahan. Pewarnaan kain dengan indigo menggunakan pengikat tunjung, menghasilkan warna biru tua, sedangkan dengan tawas menghasilkan warna biru seperti aslinya dan dengan kapur menghasilkan warna biru muda (Handayani dan Muallimin, 2013).

Pembatikan kain katun dengan pewarna alam dari ekstrak kulit buah manggis (tanpa atau dengan fiksasi kapur, tawas, atau tunjung), ekstrak kulit kayu nangka (dengan fiksasi tunjung) dan ekstrak biji kesumba (dengan fiksasi tunjung atau tawas), ekstrak daun mangga (dengan fiksasi tawas), dapat memberikan ketahanan luntur yang baik pada kain yang dibatik (Pujilestari, 2014).

2. Industri Makanan

Zat pewarna alam yang dibebaskan dari *certification* FDA dan Uni Eropa untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan di antaranya adalah: ekstrak *annatto*, bit merah, *canthaxanthin*, karoten, ekstrak *Dactylopusis coccus*, biji kapas, ekstrak kulit anggur, buah dan jus sayuran, ekstrak *Tagetes*, minyak wortel, minyak endosperm jagung, paprika dan paprika oleoresin, *riboflavin*, kunyit, oleoresin kunyit, *xanthophylls* (*flavoxanthins*, *rubixanthins*, *zeaxanthin*), dan klorofil. Warna kuning-oranye dari *Annatto* berasal dari lapisan luar biji tropis pohon *Bixa orellana*; kandungan karotenoid, *bixin*, dan *norbixin* bertanggung jawab untuk penampilan warna kuning-oranye (Aberoumand, 2011).

Pigmen yang paling umum digunakan dalam industri makanan adalah *beta karoten* yang diperoleh dari beberapa mikroalga dan *cyanobacteria* (Malik *et al.*, 2012). *Annato* telah digunakan sebagai pewarna makanan lebih dari 200 tahun silam, untuk mewarnai berbagai produk makanan dan produk susu terutama keju, (Aberoumand, 2011 dan Rymbai *et al.*, 2011). *Canthaxanthin* merupakan pigmen berwarna oranye-pink sampai merah gelap (Malik *et al.*, 2012) termasuk karotenoid digunakan untuk mewarnai keju (produk *dairy*), kembang gula/permen, ikan dan produk daging, produk buah-buahan, minuman, snack/makanan ringan, bir dan anggur. Namun demikian, di bawah peraturan Uni Eropa *canthaxanthin* tidak dianggap sebagai makanan aditif (Aberoumand, 2011). *Lutein* merupakan karotenoid berwarna lebih hijau kekuningan, juga tidak diperbolehkan sebagai pewarna makanan di Amerika Serikat kecuali untuk mewarnai bahan makanan unggas/ayam (Rymbai *et al.*, 2011).

3. Industri Farmasi

Pewarna alam juga memainkan peranan penting dalam kesehatan manusia karena mengandung beberapa senyawa biologis aktif, memiliki sejumlah sifat farmakologi seperti antioksidan yang kuat, antimutagenik, anti-inflamasi dan efek *antiarthritic*. Karotenoid dapat bertindak sebagai antioksidan biologis, melindungi sel dan jaringan dari kerusakan akibat radikal bebas dan oksigen bebas dan juga sebagai sumber antitumor. Ekstrak biji anggur adalah sumber utama kelompok antioksidan kuat yang dikenal sebagai *proanthocyanidins oligomer*, atau *pycnogenol*, kelas *flavonoid*. Juga pewarna bio digunakan untuk warna tablet/pil dan tonik (Visalakshi dan Jawaharlal, 2013).

4. Industri Kosmetik

Pewarna yang berasal dari tanaman seperti *Bixa orellana* dan *Lithospermum erythrorhizon* berfungsi sebagai sumber pewarna alami untuk mewarnai *lipstik* dan *eye shadow liners* (Visalakshi dan Jawaharlal, 2013). Bubuk pigmen *antosianin* dari mahkota bunga mawar 4 hari pasca potong, memiliki kualitas pigmen terbaik, karena mempunyai nilai absorbansi sebesar 1,22, intensitas warna kemerahan (*redness*) sebesar 32,83, total padatan terlarut tertinggi (9,07%), dan kadar air paling rendah (4,57%). Pigmen *antosianin* bunga mawar 2-4% lebih efektif menyumbangkan warna kemerahan dan kekuningan (*yellowness*) pada kosmetik *body lotion* (Saati dkk., 2012). Pigmen polifenol dari biji pinang (*Areca catechu L.*) mengandung *katekin*, *epikatekin*, *leukosianidin* dan *flavonoid* kompleks (Amudhan *et al.*, 2012 di dalam Yernisa dkk., 2013) dapat memberikan warna merah kuning pada produk sabun trasparan (Yernisa dkk., 2013). *Canthaxanthin* juga

dapat digunakan untuk pewarna pada industri kosmetik (Aberoumand, 2011).

5. Industri Kerajinan

Barang barang kerajinan yang menggunakan bahan berselulosa atau serat alam dapat diwarnai dengan bahan pewarna alam yang dapat digunakan untuk pewarna kain yang terbuat dari serat alam. *Luteolin* merupakan salah satu senyawa pewarna kuning, yang menghasilkan gemerlap (*vibrant*) dan tahan luntur cahaya, digunakan dalam proses pencelupan emas (Rymbai *et al.*, 2011).

Menurut Farida (2014), bahwa pewarnaan serat alam non tekstil seperti; agel, serat nanas, rotan hati dan iratan bambu menggunakan pewarna alam dari gambir, memberikan warna coklat kemerahan. Apa bila menggunakan kulit buah kakao memberikan warna coklat, sedangkan cangkang sawit dan rumput laut memberikan warna coklat abu-abu.

6. Industri Penyamakan Kulit

Tanin yang diekstrak dari kulit *walnut*, kulit kayu putih, rimpang kunyit dan daun teh sudah sering digunakan untuk penyamakan kulit. Penggunaan bahan tersebut masih terbatas pada industri penyamakan kulit skala kecil, sedangkan pada industri besar menggunakan bahan penyamak krom (Visalakshi dan Jawaharlal, 2013). Tanin yang diekstrak dari kulit kayu tingi termasuk dalam *condensed* tanin tipe *pro-cyanidin* dapat digunakan sebagai alternatif bahan penyamak nabati (Kasmudjiastuti, 2014). Tanin yang diekstrak dari daun gambir sebagian besar terdiri dari monomer *flavonol* seperti *catechin*, *epicatechin* dan *alkaloid*. Konsentrasi optimum penggunaan ekstrak gambir untuk penyamakan kulit kambing pada suasana asam (pH 4) adalah 9%,

sedangkan pada suasana basa (pH 8) konsentrasi optimumnya 3% (Kasim dkk., 2013).

Lee *et al.* (2014) melaporkan bahwa pewarnaan kulit menggunakan zat warna alam jenis *carminic acid* dan *laccic acid* konsentrasi 5%, waktu pencelupan 100 menit menghasilkan kulit dengan warna merah yang stabil pada penggosokan dan tahan luntur cahaya dengan kelas diatas 2-3. Pewarna alami dari *monascorubrin* dan *betanine* menghasilkan ketahanan luntur cahaya yang jelek, sehingga tidak cocok untuk mewarnai kulit.

PEMBAHASAN

Semua jenis dan bagian-bagian tanaman serta beberapa mikroorganisme dapat menghasilkan bahan pewarna. Namun demikian, jenis warna dan senyawa kimia yang terkandung di dalamnya beragam tergantung asal bahan, dan cara memperolehnya. Pemanfaatan pigmen yang dihasilkan tanaman masih sangat rendah yaitu sekitar 7,5%, sisanya sebanyak 1850 pigmen belum dimanfaatkan.

Pada prinsipnya 1850 pigmen dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri. Namun masih diperlukan penelitian secara seksama agar produk yang diwarnai dapat memiliki kualitas baik. Di samping itu juga perlu diperhatikan potensi sumbernya, untuk menjamin kontinuitas ketersediaan pigmen, agar kelangsungan berusaha dengan menggunakan pigmen tersebut terjamin.

Sifat dan budidaya untuk setiap jenis tanaman dapat dipelajari dan diketahui dengan pasti sehingga produksi akar, batang, kulit, daun, bunga, buah dan biji dalam periode dan luasan tertentu akan dapat ditentukan hasilnya. Dengan demikian dapat digunakan untuk perencanaan produksi bahan pewarna alami.

Tanaman yang telah dibudidayakan dan menghasilkan pewarna yang baik dapat dijadikan sebagai sumber potensial bahan pewarna alami, dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan bahan pewarna alami seperti gambir, nila, kesumba dan kayu jati.

Peningkatan kepedulian untuk produk ramah lingkungan di negara-negara maju, memberi peluang penggunaan dan usaha produksi bahan pewarna alami yang lebih besar, serta pengembangan teknologi proses ekstraksi dan aplikasi dari bahan pewarna alami.

Untuk memproduksi pewarna alami dalam bentuk siap pakai, dan tersedia di pasar dalam jumlah cukup serta harganya dapat bersaing, kiranya masih dibutuhkan waktu yang panjang atau beberapa tahun. Hal ini disebabkan pewarna alami yang ada dipasaran saat ini merupakan produk dari industri kecil yang sumber bahan bakunya belum dikelola secara baik.

Kendala utama penggunaan pewarna alami terutama untuk pewarnaan tekstil diantaranya belum tersedia dalam jumlah cukup secara luas dipasar dan sulit untuk mendapatkan warna yang seragam dalam jumlah besar. Di sisi lain kendala ini dapat dijadikan sebagai ajang promosi, karena dapat selalu tampil beda, hal ini dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen.

Tumbuhan laut mikroalga *Spirulina platensis* berpotensi digunakan sebagai sumber pewarna biru alami karena rendemen zat warnanya cukup tinggi yaitu 14% dengan intensitas warna yang kuat. Informasi mengenai aplikasinya di industri belum diperoleh, sehingga masih diperlukan kajian mendalam agar tidak menemui hambatan bahkan kegagalan dalam penggunaannya.

Beberapa jenis mikroorganisme memiliki kemampuan untuk menghasilkan pigmen dengan produksi tinggi, oleh

karenanya dapat dijadikan sebagai sumber potensial pewarna alami. Saat ini, produksi pigmen untuk makanan (*food grade*) dari fermentasi mikroba telah tersedia di pasar, misalnya; *riboflavin* dari *Ashbya gossypii* karoten dari *Blakeslea trisporaastaxanthi*, warna merah dari *Penicillium oxalicum* (Aberoumand, 2011). Mikroba memiliki kemampuan produksi tinggi, tidak memerlukan lahan luas bagi pertumbuhannya dan teknologi produksinya sudah diketahui, maka sudah selayaknya industri pigmen alami dari mikrobial didorong dan ditumbuh-kembangkan sebagai penyedia pewarna yang aman dan ramah lingkungan untuk substitusi pewarna sintetis.

Pewarna alami dalam industri untuk makanan haruslah *food grade*. Dalam industri makanan digunakan sebagai aditif, penguat warna, antioksidan (Malik *et al.*, 2012), Penggunaan pewarna alami memiliki beberapa keuntungan disamping aman dan mewarnai produk pangan, beberapa diantaranya juga dapat berfungsi sebagai pengawet, penghambat sintetis aflatoxin, suplemen vitamin dan anti kanker, serta penurun kolesterol dalam darah.

Beberapa *biocolorants* alami, termasuk antosianin menunjukkan aktivitas anti terhadap bakteri tertentu, virus dan jamur. Dengan demikian dapat melindungi makanan dari pembusukan mikroba. Beberapa juga aktif terhadap protozoa (*Leishmania brasiliensis*) dan serangga (*Calliphora erythrocephala*). Kadangkadang, karotenoid dapat bertindak sebagai tabir surya untuk menjaga kualitas makanan dengan melindungi dari cahaya yang kuat. Telah dilaporkan bahwa karotenoid jagung menghambat sintesis *aflatoxin* oleh *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* (Aberoumand, 2011).

Beragamnya senyawa kimia pewarna alami juga merupakan kendala dalam penggunaannya. Setiap senyawa zat warna menuntut perlakuan tersendiri, dan juga kesesuaian dengan produk yang diwarnai. Pengguna dituntut untuk memilih kesesuaian zat warna dengan produk yang akan diwarnai, di samping itu perlu memenuhi tuntutan proses senyawa pewarna agar pewarnaan berhasil baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kepedulian terhadap kesehatan dan lingkungan menjadikan pewarna alami diminati dan digunakan di industri. Sumber potensial pewarna alami adalah tumbuhan dan mikroorganisme. Dari 2000 pigmen yang dihasilkan tumbuhan baru 150 pigmen yang digunakan sebagai pewarna. Jenis warna dan kandungan senyawa kimia yang dihasilkan dari sumber pewarna alami beraneka ragam. Kesesuaian antara senyawa pigmen dengan bahan/produk dan pemenuhan tuntutan proses senyawa pigmen akan dapat menghasilkan pewarnaan yang baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sugihartono yang telah bersedia melakukan koreksi dan memberikan saran perbaikan pada tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aberoumand, A. 2011. A Review Article on Edible Pigments Properties and Sources as Natural Biocolorants in Foodstuff and Food Industry. *World J Dairy Food Sci*, 6(1): 71-78.

Farida, Pujilestari T., Atika V., Haerudin A., Pristiwati E. 2014. *Penelitian Pemanfaatan Sumber Daya Limbah Kelapa Sawit, Kakao, Gambir dan Rumput Laut untuk Pewarna Batik dan*

Serat Alam Non Tekstil. Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta

Gupta, C., Garg, A.P., Prakash, D., and Goyal, S. 2011. Microbes as Potential Source Of Biocolours. *Pharmacologyonline*, 2: 1309-1318.

Handayani, P. A. dan Maulana, I. 2013. Pewarna Alami Batik Dari Kulit Soga Tinggi (*Ceriops tagal*) Dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2(2):1-6.

Handayani, P. A. dan Mualimin, A. A. 2013. Pewarna Alami Batik Dari Tanaman Nila (*Indigofera*) Dengan Katalis Asam. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2(1):1-6.

Harmayani, E., Ayatullah, M.S., dan Hastuti, P. 2013. Ekstraksi, Karakterisasi, dan Pemanfaatan Daun Jati (*Tectona grandis*) Sebagai Pewarna Merah Alami Dalam Pengolahan Kerupuk Aci. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan DIY*, V(7): 96-108

Hayati, E.K., Budi, U.S., dan Hermawan, R. 2012. Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*): Pengaruh Temperatur dan pH. *Journal of Chemistry*, 6(2):138-147.

Ismarani, I. 2013. Potensi Senyawa Tannin Dalam Menunjang Produksi Ramah Lingkungan. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(2): 46 - 55

Jos, B., Setyawan, P.E., dan Satia, Y. 2011. Optimasi Ekstraksi dan Uji Stabilitas *Phycocyanin* dari Mikroalga (*Spirulina platensis*). *Teknik*, 33 (3): 187 -192.

Kant, R. 2012. Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard, *Open Access journal Natural Science*, 4(1), Article ID :17027, 5 pages, DOI: 10.4236/ns.2012.41004

Kartina, B., Ashar, T., dan Hasan, W. 2013. Karakteristik Pedagang, Sanitasi Pengolahan dan Analisa Kandungan Rhodamin B pada Bumbu Cabai Giling di Pasar Tradisional Kecamatan Medan Baru Tahun 2012. *Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 1(2): 1-7.

Kasim, A., Novia, D., Mutiar, S., dan Pinem, J. 2013. Karakterisasi Kulit Kambing Pada Persiapan Penyamakan Dengan Gambir

- dan Sifat Kulit Tersamak. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 29(1): 01-12.
- Kasmudjiastuti, E., 2014. Karakterisasi kulit Kayu Tinggi (*Cereops tagal*) sebagai Bahan Penyamak Nabati. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 30(2): 71-78.
- Kurniasari, I.D. dan Maharani, D.K. 2015. Pembuatan Komposit Kitosan Alumina sebagai Agen Fiksasi Zat Warna Rodamin B Pada Kain Katun. *Journal of Chemistry*, 4(1): 75-80.
- Kurniati, N., Prasetya, A. T., dan Pratjojo, W. 2012. Ekstraksi dan Uji Stabilitas Zat Warna Brazilein dari Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 1(1): 32-36.
- Lee, S.C., Shin, E.C., and Kim, W.J. 2014. Dyeing Properties of Natural Leather Using Red Natural Dyes. *Journal of The Society of Leather Technologies and Chemis*, 98(6): 252-258.
- Malik, K., Tokkas, J., and Goyal, S. 2012. Microbial Pigments: a Review. *Int. J. Microbial. Resour. Technol*, 1: 361-365.
- Mamoto, L.V., Fatimawali, F., dan Citraningtyas, G. 2013. Analisis Rhodamin B pada Lipstik yang Beredar di Pasar Kota Manado. *Pharmacon*, 2(2): 61-66.
- Manurung, M. 2012. Aplikasi Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Sebagai Pewarna Alami pada Kain Katun secara Pre-Mordanting. *Journal of Chemistry*, 6(2): 183-190.
- Padmaningrum, R.T., Marwati, S., dan Wiyarsi, A. 2012. Karakter Ekstrak Zat Warna Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L*) Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA Hal. K-1 – K-9.*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta,
- Paryanto, P., Hermiyanto, H., dan Sanjaya, S.D.S. 2013. Pembuatan Zat Warna Alami Dari Biji Kesumba Dalam Bentuk Konsentrat Tinggi Untuk Pewarna Makanan. *Metana*, 9(02): 41-45.
- Paryanto, Purwanto, A., Kwartiningsih, E., dan Mastuti, E. 2012. Pembuatan Zat warna Alami dalam Bentuk Serbuk untuk Mendukung Industri Batik di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(1): 26-29.
- Purnomo, M.A.J. 2004. Zat Pewarna Alam sebagai Alternatif Zat Warna yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Seni Rupa STSI Surakarta*, 1(2): 57-61.
- Pujilestari, T. 2014. Pengaruh Ekstraksi Zat Warna Alam dan Fiksasi Terhadap Ketahanan Luntur Warna pada Kain Batik Katun. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 31(1): 31-40.
- Reysa, E. 2013. *Rahasia Mengetahui Makanan Berbahaya*. Jakarta: Titik Media Publisher.
- Rymbai, H., Sharma, R.R., and Srivasta, M. 2011. Bio-colorants and Its Implications in Health and Food Industry—A Review. *International Journal of Pharmacological Research*, 3: 2228-2244.
- Saati, E.A., Theovilla, R.R.D., Simon, B.W., dan Aulanni'am. 2012. Optimalisasi Fungsi Pigmen Bunga Mawar Sortiran sebagai Zat Pewarna Alami dan Bioaktif Pada Produk Industri. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2): 96-104.
- Sarikaya, R., Selvi, M., and Erkoç, F. 2012. Evaluation of Potential Genotoxicity of Five Food Dyes Using TheSomatic Mutation and Recombination Test. *Chemosphere*, 88(8): 974-979.
- Suarsa, I.W.,Suarya, P., dan Kurniawati, I. 2011. Optimasi Jenis Pelarut dalam Ekstraksi Zat Warna Alam Dari Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L. cv kepok*) dan Batang Pisang Susu (*Musa paradisiaca L. cv susu*). *Journal of Chemistry*, 5(1): 72-80.
- Susanto, S.K. 1973. *Seni Kerajinan Batik Indonesia*. Yogyakarta: Balai Penelitian Batik dan Kerajinan.
- Suheryanto D., Syabana D.K., Pujilestari T., Satria Y., Rufaida E.Y., Isnaini, Sunardi P. 2013. *Eksplorasi Pembuatan Zat Warna Alam Dalam Bentuk Pasta Dengan Teknik Evaporasi* Yogyakarta: Balai Besar Kerajinan dan Batik.
- Thomas, M., Manurung, M., dan Raka Astiti asih, I.A. 2013. Pemanfaatan Zat Warna Alam Dari Ekstrak Kulit Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia Linn*) Pada Kain Katun. *Journal Of Chemistry*, 7 (2): 119-126.
- Visalakshi, M., and Jawaharlal, M. 2013. Healthy Hues-Status and Implication in Industries – Brief Review. *Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 3(2): 42-51

- Widjajanti, E., Regina T.P., dan Utomo, M. P. 2011. Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. hal K115-K122, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta,.
- Wulaningrum, R. A., Sunarto, W., dan Alauhdin, M. 2013. Pengaruh Asam Organik dalam Ekstraksi Zat Warna Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2): 119-124.
- Yernisa, Gumbira-Sa'id, E. dan Syamsu, K. 2013. Aplikasi Pewarna Bubuk Alami dari Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu L.*) pada Pewarnaan Sabun Transparan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23 (3): 190-198.