Analisis gugus fungsi, distribusi, dan ukuran partikel tinta stempel dari ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb) dengan senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

*Analysis of functional groups, distribution, and particle size of stamp ink from gambier (*Uncaria gambir* Roxb) with NaOH and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ complexing compounds*

S. Silfia*, F. Failisnur, dan S. Sofyan

Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang

Jl. Raya LIK No. 23 Ulu Gadut Padang 25164, Indonesia

*e-mail: silfiabintiarsul@gmail.com

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel

Diterima:

4 Mei 2018

Direvisi:

22 Juni 2018

Diterbitkan:

28 Juni 2018

Kata kunci :

gambir;

NaOH;

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;

tinta stempel

Keywords:

gambier;

NaOH;

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;

stamp ink

ABSTRAK

Gambir merupakan salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan tinta. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pengaruh NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap gugus fungsi, distribusi, dan ukuran partikel tinta stempel dari gambir. Penelitian pembuatan tinta stempel dari gambir dengan senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama pembuatan ekstrak gambir melalui pelarutan gambir asalan dengan pelarut air, pengeringan, ekstraksi bubuk dengan pelarut alkohol. Tahap ke dua memformulasikan pengomplek NaOH (35%, 30%, 25%, 20%, 15%) dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (35%, 30%, 25%, 20%, 15%) untuk setiap 35% ekstrak gambir dalam etanol. Analisis terhadap tinta stempel adalah penentuan gugus fungsi, distribusi dan ukuran partikel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinta stempel dengan pengomplek 15% NaOH yang terbaik, karena nilai ukuran partikel dan *polydispersity index* (pdi) paling rendah dari semua perlakuan, sehingga tinta yang didapatkan tidak menggumpal.

ABSTRACT

Gambier is one of natural materials that can be used as raw material for ink production. This study aims to see how far the influence of NaOH and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ to the functional groups, distribution, and particles size of stamped ink from gambier. The research on the manufacture of stamp ink from gambier with the compound of NaOH and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ compounds was carried out in two stages. The first stage is the preparation of gambier extract by dissolving the raw gambier with water solvent, drying, powder extraction with alcohol solvent. The second stage is formulation the NaOH complexing (35%, 30%, 25%, 20%, 15%) and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (35%, 30%, 25%, 20%, 15%) for every 35% gambier extract in ethanol. Analysis of stamp inks is the determination of functional groups, distribution and particle size. The results showed that the best stamped ink was found with 15% NaOH complexing compound, because the values of particle size and polydispersity index (pdi) were the lowest from all treatments, as a result the ink obtained did not clot.

© 2018 Penulis. Dipublikasikan oleh Baristand Industri Padang. Akses terbuka dibawah lisensi CC BY-NC-SA

1. Pendahuluan

Stempel telah lama dikenal dan dipergunakan oleh manusia sebagai satu bentuk simbolis yang mewakili kehadiran seorang raja/pemimpin. Stempel merupakan identitas dari keberadaan suatu lembaga maupun institusi

dan sangat membantu untuk mengesahkan data, ijazah, surat keputusan, dan beberapa dokumen penting lainnya.

Perangkat stempel terdiri dari bantalan dan tinta. Tinta digunakan untuk keperluan administrasi seperti menulis, menggambar, mencetak, menstempel, dan industri grafis. Tinta merupakan cairan berwarna hitam,

merah, biru, ungu, dan warna lainnya tergantung kepentingan pemakainya (Muchtar et al., 2015; Silfia et al., 2017, 2015).

Komponen pembuatan tinta terdiri dari bahan pewarna, zat pengikat antara lain pelarut (*solvent*), resin, minyak pengering, dan zat aditif/bahan penolong. Bahan dasar tersebut biasanya terbuat dari bahan sintetis dan bersifat toksik. Efek bahan toksik terhadap kesehatan dapat merusak ginjal, hati, dan sistem saraf pusat (Anova and Muchtar, 2017). Penggunaan bahan alami dapat mengurangi bahaya yang ditimbulkan. Beberapa penelitian pembuatan tinta dari bahan alam diantaranya arang ampas kopi dan minyak sereh (Harismah et al., 2016; Rengganis et al., 2017) dan gambir

Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) adalah tanaman perdu salah satu hasil perkebunan di Indonesia. Produk gambir diekspor ke berbagai negara di Asia dalam bentuk gambir asalan (Muchtar et al., 2014; Sabarni, 2015; Silfia et al., 2017). Kandungan utama gambir adalah tanin (51%) dan katekin (20-55%). Tanin dan katekin merupakan senyawa kompleks yang termasuk dalam golongan fenol alam dengan struktur flavonoid. Senyawa lain dalam persentase kecil terdiri dari pyrocatecol (20-30%) seperti quersetin (2-4 %), katechu merah (3-5%), gambir berfluoresensi (1-3%) fixed oil (1-2%) dan sedikit lilin (1-2%) (Handayani et al., 2015; Sabarni, 2015; Silfia et al., 2017, 2015).

Penelitian pemanfaatan tanin telah banyak dilakukan. Tanin gambir digunakan untuk pewarna tekstil (Failisnur and Sofyan, 2016, 2014; Failisnur et al., 2017; Sofyan et al., 2015; Sofyan and Failisnur, 2016). Penyamak nabati kulit domba (Juliyarsi et al., 2013; Sutyasmi, 2017), substitusi mimosa untuk mengurangi pemakaian krom dalam penyamakan kulit (Ardinal et al., 2014), pembuatan tinta pemilu dengan menambahkan senyawa pengomplek besi/Fe (Muchtar et al., 2014) dan untuk tinta cetak (Muchtar et al., 2014).

Pemakaian gambir sebagai bahan baku dalam pembuatan tinta dilakukan dengan mengekstrak tanin gambir terlebih dahulu. Tanin direaksikan dengan FeCl_3 alkoholik jenuh dan NaOH jenuh akan memberikan warna biru sampai hitam. Senyawa kompleks logam-tanin gambir dalam suasana basa dapat memberikan warna merah darah (Muchtar et al., 2014; Silfia et al., 2017, 2015).

Beberapa penelitian mengenai pembuatan tinta untuk stempel berbahan baku gambir telah dilakukan oleh (Muchtar et al., 2014; Silfia et al., 2017, 2015). Hasil penelitian dengan penambahan beberapa senyawa pengompleks masing-masing memberikan warna yang khas. Penambahan FeSO_4 memberikan warna coklat, FeCl_3 warna hitam kebiruan, NaOH warna merah, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ warna kecoklatan (Muchtar et al., 2014; Silfia et al., 2017, 2015). Mempelajari sifat fisika dan kadar tanin tinta stempel dengan penambahan *glyserin* sebagai penstabil (Silfia et al., 2015).

Penelitian persentase penambahan senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, didapatkan tinta stempel dengan intensitas warna merah : kuning lebih dominan, pH 9,005 dan Bj 1,1311 dan larutan tinta yang terbentuk kurang homogen (Silfia et al., 2017).

Berat jenis dan pH tinta stempel (Silfia et al., 2017) lebih besar dibandingkan dengan berat jenis tinta cetak

0,9633 dengan kehalusan 60 mesh (Muchtar et al., 2015) dan pH Tinta pemilu 3,86 (Muchtar et al., 2014).

Berdasarkan sifat fisika dan endapan tinta stempel (Silfia et al., 2017) maka dilakukan penelitian analisis gugus fungsi, distribusi dan ukuran partikel tinta stempel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terbentuknya larutan tinta stempel yang menggumpal.

2. Metode

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang, laboratorium Universitas Negeri Padang, Laboratorium Sekolah tinggi Teknologi Tekstil Bandung, dan Balai Besar Tanaman Pangan Bogor.

Bahan baku yang digunakan adalah gambir asalan yang diperoleh dari petani Kecamatan Harau, Kabupaten 50 Kota Provinsi Sumatera Barat. Senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, teknis, etanol teknis dan gliserin keluaran Bratachem, dan air suling.

Peralatan proses yang digunakan adalah *crusher* (penghalus gambir), *magnetic stirrer*, peralatan gelas, stempel, bantalan stempel. Peralatan untuk pengujian diantaranya partikel size analyzer (zetasiser nano ZS, Malvern Instrument Ltd) dan FTIR spectrum TM one spectrometer, Perkin Elmer.

2.1. Pelaksanaan penelitian

2.1.1. Ekstraksi gambir asalan

Ekstraksi gambir asalan dilakukan dengan menghaluskan gambir asalan sampai kehalusan 80 mesh menggunakan mesin *Crusher*. Butiran gambir dilarutkan dalam air panas suhu 70°C - 80°C dengan perbandingan 1:4, kemudian disaring untuk membuang kotoran-kotoran yang terbawa sewaktu proses pembuatan gambir. Penyaringan dilakukan berulang 3 sampai 4 kali. Gambir dikering anginkan pada suhu kamar, lalu dihaluskan dan diayak dengan saringan 200 mesh. Gambir halus dilarutkan 1: 4 dengan alkohol dan diaduk dengan kecepatan 250 rpm, suhu 60°C selama 5 jam. Diendapkan selama 1 malam, lalu disaring, filtratnya diambil dan endapan dibuang.

2.1.2. Formulasi tinta stempel

Formulasi pembuatan tinta stempel dilakukan dengan penambahan senyawa pengomplek NaOH (35%, 30%, 25%, 20%, dan 15%) dan senyawa pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (35%, 30%, 25%, 20%, dan 15%). Ekstrak gambir ditambahkan NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sesuai perlakuan. Selanjutnya ditambahkan gliserin 20%, air 10% dan diaduk terus dengan kecepatan 250 rpm selama ± 5 jam sampai larutan menjadi homogen.

2.2. Analisis dan pengamatan

2.2.1. Analisis gugus fungsi

Analisis gugus fungsi tinta stempel dilakukan dengan menggunakan Spektroskopi FTIR, 0,2 g pelet KBr ditambahkan dengan satu tetes tinta stempel, dikeringkan dan diidentifikasi dengan spektrofotometer FTIR pada

panjang gelombang 4000-400 cm^{-1} (Arbenz and Averous, 2015; Sulistyani and Huda, 2017).

2.3.2. Pengukuran distribusi dan ukuran partikel

Pengukuran diameter dan ukuran partikel tinta stempel menggunakan alat *particle size analyzer* (PSA) dengan teknik *dynamic light scattering* (DLS). Hasil analisis yang didapatkan berupa luas area rata-rata partikel. Luas area rata-rata yang dihasilkan dapat dihitung diameter partikelnya dengan menggunakan persamaan 1 (Wiyono et al, 2016).

$$d = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (1)$$

Keterangan: Luas area rata-rata (A), diameter partikel (d), konstanta().

Pengukuran PSA pada prinsipnya adalah pendispersian partikel ke dalam media cair, sehingga partikel tidak saling beraglomerasi dan partikel yang terukur adalah *single particle*. Pengukuran dalam bentuk distribusi dilakukan pada suhu 25 °C, data viskositas ekstrak gambir yakni 0,1000 cp. Fungsi nilai viskositas untuk meningkatkan keakuratan pengukuran PSA (Horiba Scientific, 2012; Husni and Puspitaningrum, 2017).

Data ukuran partikel yang didapatkan berupa tiga distribusi yaitu *intensity*, *number*, dan *volume distribution*, sehingga dapat diasumsikan menggambarkan keseluruhan kondisi sampel (Mughtar et al., 2015; Nikmatin et al., 2010). Indek polidispersitas merupakan ukuran lebarnya distribusi ukuran partikel. Nilai sumbu y pada grafik menunjukkan banyaknya partikel yang terukur pada alat PSA dan sumbu x menunjukkan rentang ukuran dari sampel yang diuji (Husni and Puspitaningrum, 2017).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi tanin ekstrak gambir dengan FTIR

Tanin ekstrak gambir diidentifikasi dengan spektrofotometer FTIR. Pengukuran dilakukan pada daerah panjang gelombang 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} . Hasil analisis tanin ekstrak gambir dapat dilihat pada Gambar 1. Puncak serapan tanin dari tanin ekstrak gambir pada bilangan gelombang 3314,65 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan adanya vibrasi *stretching* O-H (senyawa fenol). Intensitas serapan pada 2943,51 cm^{-1} dan 2843,78 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur C-H alifatik. Daerah puncak 1622,78 cm^{-1} -1448,82 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi C=C pada cincin aromatik (Hajar et al., 2016). Daerah bilangan gelombang 1284,18 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi C-O-C, merupakan karakteristik cincin heteroatom pada tanin. Angka gelombang 1019,96 cm^{-1} menandakan gugus fungsi C-O dengan tipe senyawa alkohol (Rosyda and Ersam, 2010).

Serapan gugus O-H dari tanin ekstrak gambir (Gambar 1), lebih besar dari intensitas serapan gugus lain. Hal ini mengindikasikan bahwa tanin ekstrak gambir mengandung gugus hidroksi fenol yang bebas.

Cincin heteroatom O merupakan karakter dari tanin, tidak ada serapan gugus karbonil. Hal ini mengindikasikan bahwa tanin ekstrak gambir adalah jenis tanin yang tidak mengandung karbonil, tetapi golongan katekin dan tanin yang terkondensasi/flavaol (Kassim et al., 2013; Rosyda and Ersam, 2010).

3.2. Identifikasi tinta stempel dengan FTIR (senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Hasil analisis tinta stempel dari ekstrak gambir dengan pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Spektrum FTIR kompleks tanin-logam memperlihatkan adanya puncak karakteristik tanin untuk seluruh perlakuan pengomplek NaOH pada daerah (3206,81 cm^{-1} – 3298,64 cm^{-1}). Puncak serapan perlakuan pada penambahan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% (3286,28 cm^{-1} – 3293,44 cm^{-1}). Spektra seluruh perlakuan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lebih sempit dari perlakuan NaOH dan lebih lebar dari spektrum ekstrak gambir. Hal ini menandakan adanya *stretching* gugus OH (senyawa fenol) (Hajar et al., 2016).

Puncak serapan yang kedua dari tinta stempel dari ekstrak gambir dengan pengomplek NaOH 35% - NaOH 15% (2940,23 cm^{-1} -2944,75 cm^{-1}) dan dengan perlakuan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% puncak serapan yang muncul 2939,36 cm^{-1} -2945,83 cm^{-1} , menandakan adanya gugus fungsi C-H tipe senyawa alkena (Hajar et al., 2016).

Angka gelombang yang ketiga dari tinta stempel dengan pengomplek NaOH 35% - NaOH 15% adalah 619,84 cm^{-1} -1646,37 cm^{-1} . Puncak serapan dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% adalah 1638,38 cm^{-1} - 1643,02 cm^{-1} . Pita serapan dari tinta stempel dengan pengomplek NaOH 35% - NaOH 15% adalah 1414,09 cm^{-1} -1466,85 cm^{-1} . Angka gelombang dengan perlakuan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% adalah 1418,03 cm^{-1} -1420,90 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi C=C pada cincin aromatik (Hajar et al., 2016; Maharani et al., 2016).

Serapan dari tinta stempel yang ke empat dengan pengomplek NaOH 35% - NaOH 15% muncul pada angka gelombang 1027,17 cm^{-1} - 1102,44 cm^{-1} . Pita serapan tinta stempel dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% adalah 1020,13 cm^{-1} - 1034 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi C-O dengan tipe senyawa alkohol (Hajar et al., 2016; Maharani et al., 2016).

Muncul tiga puncak serapan baru tinta stempel (pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yakni puncak *out-of-plane* (OOP) aromatik. Serapan yang pertama yaitu 920,73 cm^{-1} - 921,42 cm^{-1} (NaOH 35% - NaOH 15%). Bilangan gelombang tinta stempel dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% adalah 920,69 cm^{-1} - 921,62 cm^{-1} menandakan adanya lentur C-H aromatis (Maharani et al., 2016).

Gambar 1. Spektrum FTIR ekstrak tanin gambir.

Gambar 2. Spektrum ekstrak gambir dan tinta stempel dengan pengomplek NaOH

Puncak serapan OOP yang ke dua dengan pengomplek NaOH 35% - NaOH 15% yaitu $815,51\text{ cm}^{-1}$ - $851,87\text{ cm}^{-1}$. Puncak serapan dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15% adalah $849,51\text{ cm}^{-1}$ - $855,15\text{ cm}^{-1}$, menandakan adanya C-H bending dari alkena (Ekawati et al., 2017).

Serapan OOP yang ke tiga pada $657,83\text{ cm}^{-1}$ - $676,02\text{ cm}^{-1}$ (NaOH_1 - NaOH_5). Serapan yang muncul pada $666,03\text{ cm}^{-1}$ - $674,32\text{ cm}^{-1}$ ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 35% - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 15%), menandakan adanya tekukan C-H aromatis (Maharani et al., 2016).

Puncak serapan senyawa kompleks Na-tanin dan Al-tanin untuk semua perlakuan muncul pada angka gelombang 600 cm^{-1} - 900 cm^{-1} . Angka gelombang ikatan logam sebagai pengomplek dengan atom O pada gugus hidroksi muncul pada bilangan gelombang 900 cm^{-1} - 500 cm^{-1} (Rosyda and Ersam, 2010). Reaksi kompleks antara tanin dengan logam merupakan reaksi antara ion pusat (logam Na^+ dan Al^{3+}) dengan ligan membentuk polimer tanin (Chintya and Utami, 2017; Rosyda and Ersam, 2010).

Polimer tanin mempunyai kecenderungan membentuk kelat dengan logam, terjadi ikatan kovalen koordinasi. Ligan tanin menyediakan pasangan elektron dan ion pusat (logam) menyediakan orbital kosong. Ikatan antara ion pusat (logam Na^+ dan Al^{3+}) dengan ligan

merupakan ikatan kovalen koordinasi, yaitu pemakaian pasangan elektron bebas secara bersama dari ligan (Chintya and Utami, 2017; Rosyda and Ersam, 2010).

Teori valensi mengatakan bahwa ion pusat berperan sebagai asam lewis, penerima pasangan elektron. Tanin berperan sebagai basa lewis yaitu pemberi elektron (Chintya and Utami, 2017; Rosyda and Ersam, 2010). Sumber pemberi elektron pada tanin berasal dari pasangan elektron bebas atom oksigen dari gugus hidroksi tanin. Senyawa kompleks antara Na-tanin dan Al-tanin yang dilihat dari pengurangan intensitas gugus-gugus penyusun tanin pada spektrum FTIR (Rosyda and Ersam, 2010).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan senyawa kompleks antara lain ligan, potensi ionik atom pusat dan kekuatan ligan. Ligan dalam penelitian ini sama yaitu tanin, maka dapat diinterpretasikan bahwa kestabilan senyawa kompleks dipengaruhi oleh dua faktor yaitu potensi ionik atom pusat dan kekuatan ikatan. Semakin kecil jari-jari dan semakin besar muatan ion logam, atau semakin besar muatan dibagi jari-jarinya maka potensi ionik atom pusat dan kekuatan ikatan antara ion logam dan tanin makin besar, maka senyawa kompleks yang terbentuk semakin stabil (Chintya and Utami, 2017).

Senyawa kompleks tanin-Na sebagai ion pusat adalah Na^+ dan tanin-Al ion pusatnya adalah Al^{+3} . Potensi ionik atom pusat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lebih kuat dari NaOH, karena

muatan ionik atom pusat Al lebih besar ($+3$) dari Na ($+1$). Hal ini menyebabkan ikatan kompleks tanin- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lebih stabil dari tanin-Na.

Gambar 3. Spektrum ekstrak gambir dan tinta stempel dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

3.3. Distribusi dan ukuran partikel tinta stempel

Data ukuran partikel tinta stempel dengan pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ seperti terlihat pada Gambar 4. Pengukuran distribusi ukuran partikel tinta stempel dengan pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap distribusi dan ukuran partikel untuk semua perlakuan menunjukkan nilai yang fluktuatif. Hasil distribusi ukuran terhadap intensitas dari PSA menunjukkan bahwa tinta stempel dengan pengomplek NaOH 35% sampai dengan NaOH 15% menghasilkan ukuran diameter 2933 nm - 363 nm. Ukuran partikel pada perlakuan NaOH 15% (363,9 nm) muncul pada peak 1 dengan intensitas sebanyak 58,1%. Perlakuan NaOH 20% (578,2 nm) muncul pada peak 1 dengan intensitas sebanyak 45,6%.

Tinta stempel dari ekstrak gambir pada perlakuan NaOH 20% dan NaOH 15% berukuran nano karena ukuran partikel <1000 nm (Vasquez et al., 2016). Ukuran partikel NaOH 35% (2933 nm) muncul pada peak 1 dengan intensitas 66,3%, perlakuan NaOH 30% (1361 nm) muncul pada peak 1 dengan intensitas 83,7% dan perlakuan NaOH 25% (1251 nm) muncul pada peak 1 dengan intensitas 91,8%. Hal ini mengindikasikan bahwa ke tiga perlakuan ukuran partikel berukuran besar dari > 1000 nm.

Hasil analisis instrument PSA tinta stempel dari ekstrak dengan pengomplek NaOH, terdapat kecenderungan bahwa semakin besar konsentrasi pengomplek NaOH yang ditambahkan, semakin besar rata-rata diameter ukuran partikel yang dihasilkan. Kecenderungan ini dikarenakan semakin banyak konsentrasi pengomplek, semakin banyak ion logam yang mereduksi gugus fungsi. Hal ini berakibat pada

jumlah partikel yang terbentuk, sehingga jarak antara partikel semakin kecil, memungkinkan terjadinya interaksi antar partikel membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar, dan mulai terbentuk agregasi sehingga diameter partikel semakin besar (Sari et al., 2017).

Tinta stempel dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mempunyai ukuran partikel yang tidak seragam (1240 nm – 2627 nm). Kecenderungan ini karena terjadi reaksi reduksi antara gugus fungsi ekstrak gambir dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Semakin besar senyawa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang ditambahkan semakin banyak terjadi reaksi reduksi, sehingga terjadi penggabungan antar partikel. Efeknya partikel yang terbentuk mengalami agregasi karena gerakan zig-zag (gerak Brown) berupa gerakan terus menerus partikel dalam larutan, menyebabkan ukuran partikel yang terbentuk tidak seragam. Agregasi partikel terjadi melalui dua tahap, tahap pertama partikel saling bertumbukan dan tahap kedua saling penggabungan partikel (Masakke et al., 2015; Sari et al., 2017).

Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil analisis distribusi dan ukuran partikel adanya perbedaan antara tinta stempel (pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan ekstrak gambir. Hal ini disebabkan adanya proses pengadukan (kecepatan 250 rpm) dan suhu (70)°C, memberikan energi tambahan lebih dari energi ikatan yang dimiliki oleh senyawa NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Efeknya ikatan atom Na^+ terputus dari senyawa NaOH dan Al_3^{+} dari senyawa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Kedua atom tersebut (atom Na^+ dan Al_3^{+}) tersubsitusi menjadi tanin-Na dan tanin-Al. Faktor inilah yang menyebabkan distribusi dan ukuran partikel tinta stempel (pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ berbeda dengan ekstrak gambir.

Atom OH^- dari senyawa NaOH dan SO_4^{+3} dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ berikatan dengan hidrogen yang terputus dari gugus fenol gambir, akhirnya sebagian akan hilang dalam bentuk gas selama proses pembuatan tinta.

Gambar 4. Pengaruh senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap distribusi dan ukuran partikel tinta stempel berbahan baku gambir.

3.4. Nilai Indeks polidispersitas (pdi) tinta stempel.

Nilai pdi tinta stempel dengan pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dapat dilihat pada Gambar 5. Penentuan nilai pdi digunakan untuk melihat persebaran ukuran partikel yang terjadi dalam tinta stempel yang telah di formulasi. Hasil dari nilai pdi tinta stempel dengan pengomplek NaOH berkisar antara 0,266 nm – 0,616 nm.

Rentang nilai pdi berada diantara 0 sampai dengan 1, nilai pdi dengan rentang 0-0,5 menunjukkan sebaran partikel yang homogen, pdi dengan nilai $> 0,5$ menunjukkan partikel memiliki tingkat heterogenitas yang tinggi (Ningsih et al., 2017; Taurina et al., 2017).

Nilai pdi pada tinta stempel NaOH 35% paling tinggi untuk semua perlakuan (0,671 nm). Sistem yang terbentuk adalah sistem polidispersi, sistem ini memperlihatkan distribusi ukuran partikel yang cenderung melebar. Hal ini menandakan sistem polidispersi yang heterogen. Polidispersi mempunyai kecendrungan dari partikel untuk membentuk agregat. Efeknya sistem polidispersi kurang stabil dibandingkan dengan sistem monodispersi (Paramitha et al., 2017; Taurina et al., 2017).

Tinta stempel dengan pengomplek $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mempunyai nilai pdi berkisar antara 0,218 nm – 0,516 nm dan nilai pdi ekstrak gambir 0,471 nm. Tinta stempel untuk semua perlakuan, ditinjau dari nilai indeks polidispersiti menunjukkan bahwa sistem yang terbentuk adalah sistem monodispersi. Sistem ini menunjukkan distribusi ukuran partikel homogen, sistem monodispersi lebih stabil dibandingkan dengan polidispersi karena polidispersi cenderung membentuk partikel agregat (Taurina et al., 2017).

Gugus fungsi tinta stempel pada perlakuan ekstrak gambir dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lebih stabil dibandingkan dengan perlakuan ekstrak gambir dan NaOH . Hal ini

disebabkan karena muatan ionik atom pusat Al lebih besar ($+3$) dari Na ($+1$), jika ditinjau dari ukuran partikel dan nilai pdi tinta stempel pada perlakuan ekstrak gambir dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lebih besar dibandingkan dengan perlakuan ekstrak gambir dan NaOH . Hal ini mengindikasikan tinta stempel yang terbentuk terjadi penggumpalan.

Gambar 5. Pengaruh senyawa pengomplek NaOH dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap nilai pdi tinta stempel berbahan baku gambir.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinta stempel dengan senyawa pengomplek 15% NaOH yang terbaik, karena senyawa tinta stempel yang terbentuk tidak menggumpal. Hal ini disebabkan sistem persebaran ukuran partikel monodispersi /homogen dengan ukuran partikel 363,6 nm dan nilai polidispersitas indeks 0,218 paling rendah untuk semua perlakuan. Senyawa tinta stempel yang terbentuk mengandung OH dari gugus fenol, dengan tipe senyawa alkena, adanya vibrasi $\text{C}=\text{C}$ pada cincin aromatik, gugus CO dengan tipe senyawa alkohol, mempunyai 3 puncak *out-of-plane* (OOP) aromatik.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Hendri Muchtar, Hendri Yuhelminof dan Awilda Mike Pertiwi yang telah membantu sehingga penelitian dapat berjalan baik dan lancar.

Daftar pustaka

- Anova, I.T., Muchtar, H., 2017. Pemanfaatan gambir sebagai bahan dasar pembuat tinta spidol ramah lingkungan. J. Litbang Ind. 7, 101–109. doi:<http://dx.doi.org/10.24960/jli.v7i2.3368>.101-109
- Arbenz, A., Avérous, L., 2015. Oxyalkylation of gambier tannin-Synthesis and characterization of ensuing biobased polyols. Ind. Crops Prod. 67, 295–304. doi:[10.1016/j.indcrop.2015.01.073](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.073)
- Ardinal, Salmariza, S., Kasim, A., 2014. Perilaku krom

- dalam limbah cair penyamakan kombinasi krom-gambir dan krom-mimosa pada penyamakan kulit. *J. Litbang Ind.* 4, 59–66. doi:10.24960/jli.v4i1.646.59-66
- Chintya, N., Utami, B., 2017. Ekstraksi tannin dari daun sirsak (*Annona muricata* L .) sebagai pewarna alami tekstil. *J. Cis-Trans* 1, 22–29.
- Ekawati, M.A., Suirta, I.W., Sri Rahayu Santi, 2017. Isolasi dan identifikasi senyawa flavonoid pada daun sembulan (*paederia foetida* l) serta uji aktivitasnya sebagai antioksidan. *J. Kim. II*, 43–48.
- Failisnur, F., Sofyan, S., 2016. Pengaruh suhu dan lama pencelupan benang katun pada pewarnaan alami dengan ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *J. Litbang Ind.* 6, 25–37. doi:10.24960/jli.v6i1.716.25-37
- Failisnur, Sofyan, 2014. Sifat tahan luntur dan intensitas warna kain sutera dengan pewarna alam gambir (*Uncaria gambir* Roxb) pada kondisi pencelupan dan jenis fiksator yang berbeda. *J. Litbang Ind.* 4, 1–8. doi:10.24960/jli.v4i1.634.1-8
- Failisnur, Sofyan, Hermianti, W., 2017. Pemanfaatan limbah cair pengempaan gambir untuk pewarnaan kain batik . *J. Litbang Ind.* 7, 19–28.
- Hajar, H.M., Zulkifli, F., Sabri, M.G.M., Fitriadhy, A., Nik, W.B.W., 2016. Lawsonia inermis performance as corrosion inhibitor for mild steel in seawater. *Int. J. Chem Tech Res.* 9, 600–608.
- Handayani, F., Siswanto, E., Ayu, L., Pangesti, T., 2015. Uji aktifitas terhadap penyembuhan luka bakar pada kulit punggung mencit putih Jantan (*Mus musculus*). *J. Ilm. Manuntung* 1, 133–139.
- Harismah, K., Vitasari, D., Fuadi, A.M., Setyawan, T., 2016. Diversifikasi minyak sereh dan minyak cengkeh sebagai bahan arepellent pembuatan tinta anti nyamuk. 4th Univesity Res. Coloquium 2016 526–531.
- Horiba Scientific, 2012. A guidebook to particle size analysis. Horiba instruments, Inc 1–29.
- Husni, P., Puspitaningrum, K., 2017. Pengembangan formula nano-fitosom serbuk liofilisasi seduhan teh hitam (*Camellia sinensis* L. Kuntze). *IJPST* 4, 100–111.
- Juliyarsi, I., Novia, D., Helson, J., 2013. Kajian penambahan gambir sebagai bahan penyamak nabati terhadap mutu kimiawi kulit kambing. *J. Peternak. Indones.* 15, 35–45.
- Kassim, M.J., Hussin, M.H., Achmad, A., Dahon, N.H., Suan, T.K., Hamdan, H.S., 2013. Determination of total phenol, condensed tannin and flavonoid contents and antioxidant activity of *Uncaria gambir* extracts. *J. Chem. Inf. Model.* 53, 1689–1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Maharani, T., Sukandar, D., Hermanto, S., 2016. Karakterisasi senyawa hasil isolasi dari ekstrak etil asetat daun namnam (*Cynometra Cauliflora* L .) yang memiliki aktivitas antibakteri. *J. Kim. Val.* 2, 55–62. doi:10.15408/jkv.v2i1.3084
- Masakke, Y., Rasyid, M., Kimia, J., Fakultas, M., Alam, P., Negeri, U., Jl, M., Tata, D., 2015. Biosintesis partikel-nano perak menggunakan ekstrak metanol daun manggis. *IV*, 28–41.
- Muchtar, H., Anova, I.T., Ardinal, 2014. Pengaruh penggunaan senyawa pengomplek dan bahan tambahan terhadap mutu tinta pemilu dari ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *J. Litbang Indsutri* 4, 89–96. doi:10.24960/jli.v4i2.641.89-96
- Muchtar, H., Anova, I.T., Gustru Yeni, 2015. Pengaruh kecepatan pengadukan dan kehalusan gambir serta variasi komposisi terhadap beberapa sifat fisika dalam pembuatan tinta cetak. *J. Litbang Indsutri* 5, 131–139. doi:10.24960/jli.v5i2.674.131-139
- Nikmatin, S., Purwanto, S., Maddu, A., Mandang, T., Purwanto, A., 2010. Analisis struktur selulosa kulit rotan sebagai filler bionanokomposit dengan difraksi sinar-X. *J. Sains Mater. Indones.* 13, 97–102.
- Ningsih, N., Yasni, S., Yuliani, S., 2017. Sintesis Nanopartikel Ekstrak Kulit Manggis Merah Dan Kajian Sifat Fungsional Produk Enkapsulasinya. *J. Teknol. dan Ind. Pangan* 28, 27–35. doi:10.6066/jtip.2017.28.1.27
- Paramitha, D.A., Sibarani, J., Suaniti, N.M., 2017. Sifat fisikokimia hand and body cream dengan pemanfaatan ekstrak etanol bunga gemitir (*Tagetes Erecta* L.) dan bunga pacar air merah (*Impatiens Balsamina* L.) dari limbah canang. *Cakra Kim. Indones. E J. Aplied Chem.* 5, 1–11.
- Rengganis, A., Yulianto, A., Yulianti, I., 2017. Pengaruh variasi konsentrasi arang ampas kopi terhadap sifat fisika tinta spidol. *Mipa* 40, 92–96.
- Rosyda, A.I., Ersam, T., 2010. Peningkatan kualitas kayu (*Instia bijuga*) : kompleksasi logam Cu (II), Fe (III) Dan Zn (II) Oleh senyawa tanin. *Prosiding*.
- Sabarni, 2015. Teknik pembuatan gambir (*Uncaria gambir* Roxb) secara tradisional. *J. Islam. Sci. Technol.* 1, 105–112.
- Sari, R.N., Nurhasni, Yaqin, M.A., 2017. Sintesis nanopartikel ZnO ekstrak sargassum sp. dan karakteristik produknya. *JPHPI* 20, 238–252. doi:http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17905
- Silfia, Muchtar, H., Failisnur, 2015. Pengaruh perbedaan persentase penambahan gliserin dan konsentrasi larutan ekstrak gambir terhadap beberapa sifat fisika dan kadar tanin tinta stempel. *J. Litbang Indsutri* 5, 53–60.
- Silfia, Muchtar, H., Yeni, G., 2017. Pengaruh persentase penambahan NaOH dan Tawas terhadap sifat fisika, arah warna dan intensitas warna tinta stempel dari gambir. *Pros. Semin. Nas. Ris. Ind. ke -3 tahun 2017* 158–165.
- Sofyan, Failisnur, 2016. Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai pewarna alam kain batik sutera, katun dan rayon. *J. Litbang Ind.* 6, 89–98.
- Sofyan, Failisnur, Salmariza, 2015. Pengaruh perlakuan limbah dan jenis mordant kapur, tawas dan tunjung terhadap mutu pewarnaan kain sutera dan katun menggunakan limbah cair gambir. *J. Litbang Indsutri* 5, 79–89. doi:10.24960/jli.v5i2.668.79-89
- Sulistiyani, M., Huda, N., 2017. Optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan spektrofotometer fourier transform infrared (FT-IR). *Indones. J. Chem. Sci.* 6, 173–180.
- Sutyasmi, S., 2017. Efektivitas penggunaan gambir sebagai bahan penyamak nabati sistem C-RFP

- untuk pembuatan kulit jaket dari kulit domba. Maj. Kulit, Karet, dan Plast. 33, 11–18.
- Taurina, W., Sari, R., Hafinur, U., Wahdaningsih, S., Isnindar, 2017. Optimasi kecepatan dan lama pengadukan terhadap ukuran nanopartikel kitosan-ekstrak etanol 70 % kulit jeruk siam (Citrus Nobilis L . Var Microcarpa). Tradit. Med. J. 22, 16–20.
- Vasquez, R.D., Apostol, J.G., de Leon, J.D., Mariano, J.D., Mirhan, C.M.C., Pangan, S.S., Reyes, A.G.M., Zamora, E.T., 2016. Polysaccharide-mediated green synthesis of silver nanoparticles from Sargassum siliculosum J.G. Agardh: Assessment of toxicity and hepatoprotective activity. OpenNano 1, 16–24. doi:10.1016/j.onano.2016.03.001