

Pengaruh Variasi Konsentrasi Arang Ampas Kopi terhadap Sifat Fisika Tinta Spidol Whiteboard

A P Rengganis¹✉, A Yulianto², I Yulianti²

¹Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 11 Juli 2017

Disetujui 23 September 2017

Dipublikasikan 1 Oktober 2017

Keywords:

Ink, Charcoal, Density, Viscosity,

Abstrak

Kandungan karbon dan tanin dalam ampas kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar tinta spidol whiteboard. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi konsentrasi arang ampas kopi terhadap sifat fisika tinta yaitu densitas, viskositas, dan tingkat keabuan dalam pembuatan tinta spidol whiteboard. Pembuatan pigmen dilakukan dengan cara karbonisasi ampas kopi dan penyaringan dengan screen mesh. Proses pembuatan tinta dilakukan dengan mencampurkan pigmen karbon ampas kopi dengan bahan-bahan pembuat tinta yaitu gum arab, aquades, alkohol, dan PEG. Proses pembuatan tinta dilakukan dengan variasi konsentrasi arang ampas kopi 15-40% dengan interval kenaikan 5% terhadap volume total tinta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi arang ampas kopi berpengaruh terhadap nilai densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi arang ampas kopi maka semakin tinggi pula nilai densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta. Kondisi optimum yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah tinta dengan nilai densitas 0,95 g/cm³, nilai viskositas 1,14 cP, tingkat keabuan 80%, serta memiliki daya hapus yang sesuai sebagai tinta spidol whiteboard adalah tinta dengan konsentrasi arang ampas kopi 30%.

Abstract

Carbon content and tannins in coffee grounds can be utilized as a base material ink marker whiteboard. The purpose of this research is to know the effect of coagulation concentration variation of coffee to physical physics of ink namely density, viscosity, and gray level in making ink marker whiteboard. Pigment production is done by carbonization of coffee grounds and screening by screen mesh. The process of making the ink is done by mixing carbon pigments of coffee grounds with ink-making materials such as gum arab, aquades, alcohol, and PEG. The ink-making process is carried out by variation in the concentration of 15-40% ri-ri oil with an interval of 5% increase to the total ink volume. The results showed that the addition of the dregs coffee concentration effect on the value of density, viscosity, and gray level of ink produced. The higher the concentration of the coffee grounds, the higher the density, viscosity, and gray ink levels. Optimum conditions that meet the Indonesian National Standard (SNI) are inks with a density value of 0.95 g / cm³, a viscosity value of 1.14 cP, a gray level of 80%, as well as having an appropriate discharge power as the ink marker whiteboard is ink with charcoal dregs concentration coffee 30%.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

E-mail: amalia.rengganis@gmail.com

PENDAHULUAN

Ampas kopi mengandung karbon, nitrogen, senyawa lipofilik, etanol, lignin, alkaloid, senyawa polifenol, tanin, polisakarida, dan asam *chlorogenic* (Pujol *et al.* 2013). Beberapa kandungan tersebut (alkaloid, tanin, dan polifenol) merupakan zat kimia beracun, yang jika tidak segera diantisipasi akan berdampak buruk pada lingkungan. Senyawa polifenol dapat mengurangi kadar oksigen dalam air karena tingginya COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Kekisheva *et al.* 2007). Kondisi ini dapat berakibat fatal untuk makhluk yang berada dalam air dan dapat menyebabkan bau tidak sedap. Lebih jauh lagi, bakteri yang dapat menyebabkan masalah kesehatan dapat meresap ke sumber air minum. Maka, diperlukan suatu upaya untuk dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan ini.

Arang dari ampas kopi dapat menjernihkan pewarna yang bersifat asam (*acidic dye*) (Nakamura *et al.* 2003). Arang aktif ampas kopi telah dimanfaatkan sebagai adsorben logam kromium pada limbah cair batik (Baryatik 2016). Kandungan karbon pada limbah kopi yang tinggi juga telah dimanfaatkan Khusna (2015) menjadi bahan bakar alternatif dalam bentuk briket berbasis biomassa. Arang ampas kopi memiliki sifat karbon yaitu membawa warna hitam. Oleh karena itu, warna hitam tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pigmen hitam organik dalam pembuatan tinta, baik tinta cetak, tinta cap, atau tinta tulis.

Tinta tulis spidol *whiteboard* komersial beberapa diantaranya memiliki kadar *Volatile Organic Compound* (VOC) tinggi yang sangat membahayakan kesehatan. Unsur karbon dari bahan VOC dari jenis *Xylene* merupakan salah satu komponen utama untuk pigmen warna hitam pada tinta (Beauchet *et al.* 2007). Bahan ini mengandung karbon dengan bahan pendukung yang mudah menguap pada tekanan dan temperatur tertentu yang mampu mencemari udara dan menimbulkan iritasi pada panca indera serta pusing (Wiguna *et al.* 2004). *Xylene* atau dimetilbenzene ini merupakan hidrokarbon aromatik yang secara luas digunakan dalam industri dan teknologi medis sebagai pelarut. *Xylene* adalah zat yang menimbulkan bau khas pada spidol. *Xylene* dapat masuk ke dalam tubuh

manusia melalui beberapa jalur, seperti mulut, kulit, maupun pernafasan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemanfaatan ampas kopi dapat menjadi solusi alternatif. Salah satu kandungan ampas kopi adalah tanin. Zat tanin banyak digunakan dalam industri penyamakan kulit, cat, tinta, dan perekat (Pratama 2010). Dengan memanfaatkan zat tanin dan karbon yang terkandung dalam ampas kopi, maka ampas kopi dapat dijadikan bahan pembuatan tinta spidol *whiteboard*. Kehadiran unsur tanin dari ampas kopi memberi harapan baru bagi pengolahan limbah yaitu sebagai bahan fungsional baru untuk sumber pigmen tinta yang aman dan ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi arang ampas kopi terhadap sifat fisika tinta spidol *whiteboard*. Dalam penelitian ini, sifat fisika yang diteliti adalah densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta. Dengan mengetahui komposisi yang tepat, diharapkan tinta arang ampas kopi dapat digunakan dan diproduksi secara luas sebagai tinta yang dapat mengatasi permasalahan lingkungan.

METODE

Pembuatan arang ampas kopi dilakukan dengan mencuci dan menyaring ampas kopi menggunakan kertas saring, lalu ampas kopi dikarbonisasi pada suhu 350°C selama 45 menit. Arang ampas kopi selanjutnya dihaluskan secara mekanik menggunakan mortar dan *pestle*, kemudian disaring menggunakan *screen mesh* T150 agar dihasilkan serbuk arang ampas kopi yang homogen.

Pembuatan tinta diawali dengan melarutkan gum arab dengan akuades pada suhu 80-90°C menggunakan *magnetic stirer* hingga larutan menjadi homogen. Gum Arab digunakan sebagai perekat atau pengikat. Kemudian mencampurkan PEG sebanyak 5% dari volume total tinta, ke dalam larutan gum arab. PEG digunakan sebagai *releasing agent* atau bahan pelepas/penghapus yang memudahkan tinta untuk dihapus. Pigmen arang ampas kopi ditambahkan dengan variasi 15-40% dengan interval kenaikan 5% terhadap volume total tinta ke dalam larutan gum arab. Langkah selanjutnya adalah menambahkan alkohol

sebanyak 30% dari volume total tinta ke dalam larutan yang dihasilkan dari tahap sebelumnya. Alkohol merupakan pelarut sekaligus sebagai *drier agent* yang berfungsi sebagai bahan pemercepat pengeringan tinta.

Langkah terakhir adalah pengujian tinta yang meliputi uji densitas, uji viskositas, dan uji tingkat keabuan. Uji densitas dilakukan dengan cara mengukur massa dan volume tinta yang dihasilkan, uji viskositas dilakukan dengan menggunakan viskometer oswald, sedangkan uji tingkat keabuan dengan cara membandingkan hasil torehan tinta pada *whiteboard* dengan pita *grayscale*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

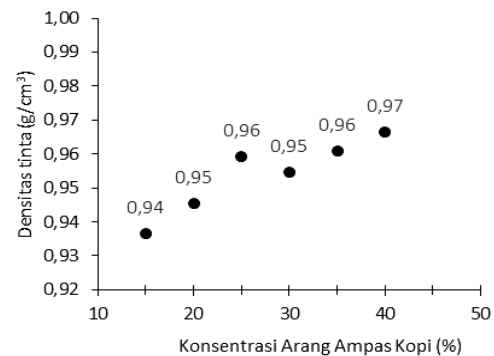
Rerata densitas tinta yang dihasilkan adalah $0,95 \text{ g/cm}^3$. Hasil tersebut memenuhi standar densitas yang ditentukan SNI tinta dengan nomor 06-1567-1999 yaitu $0,9 - 1 \text{ g/cm}^3$. Gambar 1 menunjukkan tren kenaikan densitas tinta terhadap konsentrasi. Konsentrasi arang ampas kopi memiliki hubungan linier dengan massa zat. Densitas adalah perbandingan massa zat terhadap volumenya, sehingga jika massa suatu zat meningkat, densitasnya juga akan meningkat. Dapat dinyatakan pula kenaikan konsentrasi zat dapat meningkatkan densitas. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Liu *et al.* (2006) bahwa konsentrasi larutan sebanding dengan densitasnya. Pada konsentrasi arang ampas kopi 25% terjadi penyimpangan data densitas tinta. Hal ini dapat disebabkan karena keterbatasan ketelitian dalam mengukur volume tinta dalam gelas ukur atau dapat pula karena gum arab yang digunakan belum larut secara sempurna dalam akuades.

Perhitungan koefisien viskositas tinta dilakukan dengan mengukur waktu masing-masing tinta untuk mencapai garis batas yang telah ditentukan. Perhitungan dilakukan dengan persamaan:

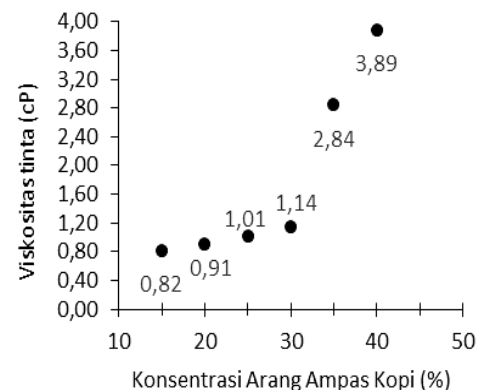
$$\eta = \eta_0 \frac{\rho t}{\rho_0 t_0} \quad (1)$$

dimana η adalah nilai viskositas tinta yang dihitung, η_0 adalah nilai viskositas air sebesar 0,89

cP, ρ_0 adalah massa jenis air sebesar 1 g/cm^3 , ρ adalah massa jenis masing-masing tinta, t_0 adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mencapai garis batas bawah yang ditentukan yaitu 54,7 s, dan t adalah waktu yang diperoleh dengan mengukur waktu masing-masing tinta untuk mencapai garis batas bawah yang ditentukan. Hasil perhitungan viskositas tinta dengan variasi konsentrasi arang ampas kopi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Grafik densitas tinta terhadap variasi konsentrasi arang ampas kopi



Gambar 2. Grafik viskositas tinta dengan variasi konsentrasi arang ampas kopi

Gambar 2 menunjukkan bahwa viskositas tinta meningkat sebanding dengan kenaikan konsentrasi arang ampas kopi. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki nilai viskositas yang tinggi karena konsentrasi larutan adalah banyaknya partikel zat yang terlarut dalam satuan volume. Semakin banyak partikel yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula. Selain itu, viskositas juga dipengaruhi oleh ukuran dan berat molekul (Muchtar *et al.* 2015). Penggunaan ukuran partikel yang kecil akan mempengaruhi luas

bidang reaksi (Febriyenti & Nelvianti 2013). Semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas bidang reaksinya. Bidang reaksi yang luas akan mempercepat laju reaksi sehingga pigmen akan lebih cepat larut dan tidak mengental. Konsentrasi arang ampas kopi 30% merupakan konsentrasi yang paling ideal karena menghasilkan nilai viskositas 1,14 cP yang mendekati SNI tinta dengan nomor 06-1567-1999 yaitu sebesar 1,12 cP.

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, semakin besar densitasnya semakin besar pula nilai viskositas tinta. Densitas mempengaruhi rapat partikel. Semakin besar densitas berarti semakin rapat partikelnya (Muchtar *et al.* 2015). Karapatan partikel ini menyebabkan nilai viskositas semakin besar atau kental. Selain itu, kerapatan tinta juga dipengaruhi oleh komposisi pengikat yang digunakan. Gum arab sebagai *gelling agent* untuk mengentalkan tinta. Gum arab bersifat hidrofilik, sehingga gum arab akan larut homogen dalam akuades. Pemanasan campuran gum arab dan akuades pada suhu 80-90°C dilakukan untuk mempercepat proses pelarutan. Proses pelarutan akan berlangsung cepat jika disertai pemanasan, pengadukan, atau jika zat terlarut lebih halus (Budiarto & Adiwarna 2013).

Viskositas tinta mempengaruhi laju aliran tinta (Gunawan *et al.* 2012), semakin kental maka akan menghambat laju aliran tinta. Tinta spidol haruslah tinta dengan nilai viskositas yang rendah (tidak kental) yang dapat mengalir dengan baik sehingga tidak terjadi penggumpalan. Namun, tinta pun tidak boleh terlalu encer karena kepekatan warna tinta yang dihasilkan akan berkurang (Antono & Sebastian 2013). Gambar 3 menunjukkan perbedaan tingkat kepekatan warna tinta hasil torehan pada *whiteboard*.

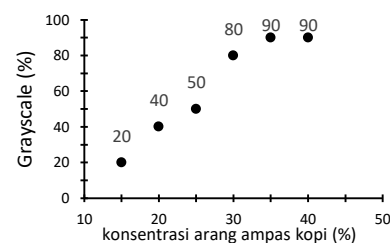
Dalam Gambar 3, tinta ditorehkan pada substrat *whiteboard* yang diletakkan secara vertikal. Torehan tinta konsentrasi arang ampas kopi 15%, 20%, 25% dan 30% nampak terdapat partikel pigmen hitam yang turun ke dasar torehan karena pengaruh gravitasi. Kemampuan gum arab kurang maksimal dalam mengikat partikel pigmen, sehingga terdapat partikel pigmen yang turun yang tidak dapat menempel pada substrat. Nilai viskositas tinta yang kecil atau tinta yang encer disebabkan karena komposisi tinta dominan pada

pelarutnya yaitu akuades. Jika terlalu banyak pelarut, perekat tidak bekerja maksimal. Tinta dengan konsentrasi ampas arang kopi 35% dan 40% memiliki kemampuan ikat partikel yang lebih baik. Partikel terikat secara merata oleh gum arab, sehingga tidak ada partikel pigmen yang turun ke dasar torehan.



Gambar 3. Hasil torehan tinta variasi konsentrasi arang ampas kopi (a) 15%; (b) 20%; (c) 25%; (d) 30%; (e) 35%; (f) 40%

Hasil uji tingkat keabuan dengan pita *grayscale* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi arang ampas kopi maka semakin tinggi tingkat keabuan tinta (Gambar 4). Hal ini disebabkan karena pengaruh sebaran partikel pigmen. Semakin besar konsentrasi ampas kopi maka semakin banyak partikel pigmennya sehingga sebaran partikel menjadi lebih rapat dan merata (Wiguna *et al.* 2004). Partikel pigmen yang rapat dan merata akan menghasilkan warna hitam yang lebih pekat, karena partikel pigmen membawa sifat karbon yaitu berwarna hitam



Gambar 4. Grafik tingkat keabuan tinta dengan konsentrasi arang ampas kopi

Sebagai tinta spidol *whiteboard*, seharusnya tinta yang dihasilkan mudah dihapus. Hasil uji hapus tinta spidol menunjukkan bahwa tinta

dengan konsentrasi arang ampas kopi 15%, 20%, 25%, dan 30% dapat dengan mudah dihapus sedangkan untuk tinta konsentrasi arang ampas kopi 35% dan 40% sukar untuk dihapus. Tinta dengan konsentrasi arang ampas kopi 35% dan 40% memiliki viskositas yang besar. Gaya adesif tinta meningkat karena pengaruh perubahan komposisi pelarut dan gum arab. Gum arab merupakan suatu jenis resin alami dari getah pohon akasia sehingga memiliki sifat dasar getah yaitu lengket. Oleh karena itu tinta menjadi sangat lengket dengan substrat. Daya hapus tinta yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh jumlah *releasing agent* (PEG). Diperlukan komposisi PEG yang tepat supaya tinta yang dihasilkan memiliki kualitas optimum.

SIMPULAN

Penambahan konsentrasi arang ampas kopi berpengaruh terhadap nilai densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi arang ampas kopi maka semakin tinggi pula nilai densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta. Kondisi optimum yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah tinta dengan nilai densitas 0,95 g/cm³, nilai viskositas 1,14 cP, tingkat keabuan 80%, serta memiliki daya hapus yang sesuai sebagai tinta spidol *whiteboard* adalah tinta dengan konsentrasi arang ampas kopi 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono A & Sebastian A. 2013. Pengaruh Pemilihan Tinta terhadap Kualitas Cetak dalam Industri Percetakan Koran. *J. Dinamika Teknik*. 7(1): 9-16
- Baryatik P, Pujiati RS, & Ellyke. 2016. Pemanfaatan Arang Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik. Undergraduate thesis. Universitas Negeri Jember.
- Beauchet R, Magnoux P, & Mijoin J. 2007. Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs) mixture (isopropanol/o-xylene) on zeolite catalysts. *J Catalysis*. 124: 118-123.
- Budiarto H & Adiwarna. 2013. Pengaruh Konsentrasi Gliserin terhadap Viskositas dari Pembuatan Pasta Gigi Cangkang Karang Darah. *J Konversi*. 2(2): 13-22.
- Febriyenti AH & Nelvianti. 2013. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Solubilisasi Metronidazol dengan Menggunakan Brij 35. *J Farmasi Andalas*. 1: 13-18.
- Gunawan A, Dessy ESM & Yusuf T. 2012. Pengaruh Waktu Pemasakan dan Volume Larutan Pemasakan terhadap Viskositas Pulp dari Ampas Tebu. *J Teknik Kimia*. 2(18): 1-8.
- Kekisheva L, Smirnov I, Ostroukhov N, Petrovich N, Sitnik V, Riisalu H, & Soone Y. 2007. The Influence of Phenols and Other Compounds on Chemical Oxygen Demand (COD) of Phenolic Waters from the Kiviter Process. *J Oil Shale*. 24(4): 573-582.
- Khusna D. 2015. Pemanfaatan Limbah Padat Kopi sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Bentuk Bricket Berbasis Biomass (Studi Kasus di PT. Santos jaya Abadi Instant Coffee). *Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan Institut Teknologi Adhi Tama*, Surabaya: 247-260.
- Liu W, Zhao T, Zhang Y, Wang H, & Yu M. 2006. The Physical Properties of Aqueous Solutions of The Ionic Liquid. *J Solution Chem*. 35: 1337-1346.
- Muchtar H, Anova IT, & Yani G. 2015. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Kehalusan Gambir serta Variasi Komposisi terhadap Beberapa Sifat Fisika dalam Pembuatan Tinta Cetak. *J Litbang Industri*. 5(2): 131-139.
- Nakamura T, Tokimoto T, Tamura T, Kawasaki N, Tanada S. 2003. Decolorization of Acidic Dye by Charcoal from Coffee Grounds. *J Health Sci*. 49(6): 520-523.
- Pratama SR. 2010. Kajian Tekno Ekonomi Pendirian Industri Katekin dan Tanin dari Gambir (*Uncaria gambir Roxb*). Tesis.. Institut Pertanian Bogor.
- Pujol D, Liu C, Gominho J, Olivella MA, Fiol N, Villaescusa I, & Pereira H. 2013. The Chemical Composition of Exhausted Coffee Waste. *J Ind Crops Prod*. 50: 423-429
- Wiguna PA, Susanto, & Said MAN. 2014. Fabrikasi Tinta Printer Berbahan Dasar Pigmen Organik dari Sampah Daun. *J Fisika*. 4(2): 64-68.