

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.MPS.17

FABRIKASI TINTA SPIDOL WHITEBOARD BERBAHAN DASAR PIGMEN ORGANIK DARI ENDAPAN MINUMAN KOPI

Amalia Puspita Rengganis^{a)}, Sulhadi^{b)}, Teguh Darsono^{c)}, Dhamar Putra Fajar^{d)}

*Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Pascasarjana,
Universitas Negeri Semarang,
Jl. Kelud Utara III, Kota Semarang 50237*

Email: ^{a)}amalia.rengganis@gmail.com, ^{b)}sulhadipati@yahoo.com, ^{c)}teguh_darsono@yahoo.com,
^{d)}captain_dhamar13@gmail.com

Abstrak

Endapan pada minuman kopi tidak memiliki nilai daya guna yang tinggi. Telah dapat dilakukan upaya untuk memanfaatkan endapan minuman kopi sebagai pigmen organik untuk tinta spidol whiteboard. Pembuatan pigmen organik dilakukan dengan cara memperkecil ukuran partikel endapan minuman kopi menggunakan ball milling dan screen mesh. Proses pembuatan tinta dilakukan dengan mencampuran bahan-bahan pembuat tinta antara lain gum arab, aquades, alkohol, dan PEG pada pigmen organik. Proses pembuatan tinta dilakukan dengan variasi massa binder gum arab dari 1 gram sampai dengan 3,5 gram. Berdasarkan hasil pengujian, semakin banyak penambahan massa gum arab maka viskositas dan tingkat adhesi tinta akan bertambah. Sedangkan pada uji transmitansi, penambahan massa gum arab akan menurunkan nilai intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh tinta.

Kata-kata kunci: Tinta, Pigmen Organik, Endapan Minuman Kopi

Abstract

The ground of coffee drink does not have a high use value. An attempt has been made to utilize the coffee drink as an organic pigment for the whiteboard marker ink. Making organic pigment was done by reducing the particle size of coffee beverage using ball milling and screen mesh. The process of making the ink is by mixing the ingredients of ink such as Arabic gum, aquades, alcohol, and PEG on organic pigments. The process of making the ink is done by variation of arabic gum binder composition from 1 gram up to 3.5 grams. Based on the test result, the addition of arabic gum mass will increase the viscosity and level of ink adhesion. While in the transmittance test, the addition of arabic gum mass will decrease the intensity value of light transmitted by ink

Keywords: Ink, Organic Pigment, Ground of Coffee.

PENDAHULUAN

Banyaknya penggunaan kopi yang dikonsumsi para peminumnya mengakibatkan banyaknya limbah endapan minuman kopi yang terbuang begitu saja. Endapan minuman kopi mengandung beberapa zat kimia seperti alkanoid, tanin, dan polyphenolic yang jika tidak segera diantisipasi maka akan berdampak pada lingkungan [1]. Diperlukan suatu upaya untuk dapat menyelesaikan

permasalahan lingkungan ini. Saat ini, endapan minuman kopi dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif dalam bentuk briket berbasis biomassa [2].

Dalam dunia pendidikan, peranan tinta menjadi sangat penting. Hampir semua sekolah, bimbingan belajar, dan perguruan tinggi di Indonesia sudah menggunakan papan tulis whiteboard sebagai sarana kegiatan dalam pembelajaran di kelas. Oleh sebab itu penggunaan tinta spidol menjadi sangat penting. Namun, tinta spidol yang beredar di pasaran harganya relatif mahal dan berbahaya bagi kesehatan.

Unsur karbon dari bahan Volatile Organic Compound (VOC) dari jenis Xylene menjadi salah satu komponen utama untuk pigmen warna hitam pada tinta [3]. Tinta spidol yang beredar dipasaran beberapa diantaranya memiliki kadar VOC yang tinggi sangat membahayakan kesehatan [4]. 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 yaitu zat kimia seperti toluen dan xylene.

Xylene atau dimetilbenzene ini merupakan hidrokarbon aromatik yang secara luas digunakan dalam industri dan teknologi medis sebagai pelarut. Xylene ini adalah zat yang menimbulkan bau khas pada spidol. Xylene dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa jalur, seperti oral, inhalasi maupun dermal.

Diketahui bahwa zat tanin digunakan dalam industri cat dan tinta. Dengan memanfaatkan zat tanin yang terkandung dalam endapan minuman kopi menjadi tinta spidol whiteboard, maka endapan minuman kopi tersebut akan memiliki nilai daya guna yang lebih tinggi.

Kehadiran unsur tanin dari endapan minuman kopi memberi harapan baru bagi pengolahan limbah yaitu sebagai bahan dengan fungsional baru yang berupa sumber pigmen untuk tinta yang murah dan ramah lingkungan.

METODE

Bahan utama dalam penelitian ini adalah endapan minuman kopi. Bahan pendukung lain yang digunakan antara lain: aquades, alkohol 70%, gum arab, dan PEG (Polyethylene Glycol). Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian diantaranya adalah french press coffee, oven, ball milling, screen mesh T150, neraca digital, gelas kimia, gelas ukur, pipet, magnetic stirer dan pengaduk.

Tahap pertama, endapan kopi di oven pada suhu 200°C selama 45 menit untuk menghilangkan kadar airnya, setelah itu endapan kopi di giling menggunakan ball milling untuk menghaluskan endapan kopi tersebut. Selanjutnya di saring menggunakan screen mesh T150 agar dihasilkan serbuk kopi yang homogen. Pembuatan tinta dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan pembuat tinta yaitu aquades, gum arab, pigmen, alkohol, dan PEG.

Tahap kedua, melarutkan gum arab dengan aquades pada suhu 70°C – 80°C menggunakan magnetic stirer hingga larutan menjadi homogen. Larutan gum arab ini tersusun oleh 7 ml aquades dan variasi massa gum arab yaitu 1 gram sampai dengan 3,5 gram, kemudian campurkan pigmen kopi 1 gram dan PEG 0,2 gram. Mengaduk larutan tersebut hingga tercampur merata.

Tahap ketiga, menambahkan alkohol sedikit demi sedikit ke dalam larutan pada tahap kedua sebanyak 2 ml. Mengaduk larutan tersebut hingga tercampur merata. Kemudian memisahkan setiap larutan dalam wadah yang berbeda menurut variasi massa gum arab.

Tahap keempat, tahap pengujian tinta, meliputi uji viskositas menggunakan seperangkat alat uji viskositas sederhana, uji adhesi (daya lekat) menggunakan cross-cut tape test pada substrat whiteboard, dan uji transmitansi dengan perangkat luxmeter dan sumber cahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Endapan minuman kopi yang dijadikan sebagai pigmen organik dalam tinta mempunyai ukuran partikel yang lolos saring T150 ditunjukkan pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. Serbuk pigmen kopi.

Ukuran partikel yang digunakan sudah cukup baik sebagai partikel pigmen tinta. Tinta yang dihasilkan tidak menggumpal dan halus saat ditorehkan pada substrat. Ukuran partikel pigmen berbanding terbalik dengan densitas tinta, semakin kecil ukuran partikel maka densitas akan meningkat. Densitas atau kerapatan tinta mempengaruhi tingkat gumpalan tinta. Semakin tidak rapat (densitas kecil) maka tingkat gumpalannya juga semakin kecil. Berdasarkan data yang diperoleh, densitas tinta yang dihasilkan yaitu 0,86 – 1,13 g/cm³. Hasil tersebut mendekati nilai densitas tinta yang beredar di pasaran yaitu 0,96 g/cm³. Selain itu, penggunaan ukuran partikel yang kecil akan mempengaruhi luas bidang reaksi. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas bidang reaksinya. Bidang reaksi yang luas akan mempercepat laju reaksi sehingga pigmen akan lebih cepat larut [5].

Tinta merupakan suatu bahan yang terdiri dari pigmen/pewarna, pelarut/solvent dan perekat/binder. Bahan pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70% dan bahan perekat berupa Gum arab yang merupakan resin alami dari getah pohon akasia. Selain sebagai pelarut, alkohol juga sebagai drier agent yaitu sebagai bahan pemercepat pengeringan tinta. Tinta spidol whiteboard yang baik adalah tinta spidol yang cepat kering namun tetap mudah untuk dihapus. Maka diperlukan suatu bahan yang berfungsi sebagai releasing agent atau bahan pelepas/penghapus yang memudahkan tinta untuk dihapus. Tinta yang dihasilkan menggunakan drier agent berupa alkohol 70%, karena alkohol mempunyai titik didih yang rendah yaitu 78oC sehingga mudah menguap pada suhu ruang, namun konsentrasi alkohol yang digunakan masih cukup rendah sehingga mengakibatkan tinta sukar mengering.

PEG (Polyethylene Glycol) digunakan sebagai releasing agent. PEG menghasilkan minyak yang memudahkan tinta menjadi mudah dihapus pada whiteboard. Jumlah PEG yang digunakan tidak lebih dari 10% massa komposisi tinta. Jika penggunaan melebihi 10% massa tinta maka akan menghasilkan tinta dengan viskositas yang tinggi dan menghapusnya menyebabkan whiteboard menjadi kotor.



GAMBAR 2. Tinta yang dihasilkan dengan variasi massa gum arab: (a) 1 gram; (b) 1,5 gram; (c) 2 gram; (d) 2,5 gram; (e) 3 gram; (f) 3,5 gram

GAMBAR 2 merupakan enam jenis tinta yang dihasilkan dalam penelitian. Keenam tinta tersebut dibedakan berdasarkan variasi massa gum arab sebagai perekatnya mulai dari 1 gram sampai 3,5 gram.

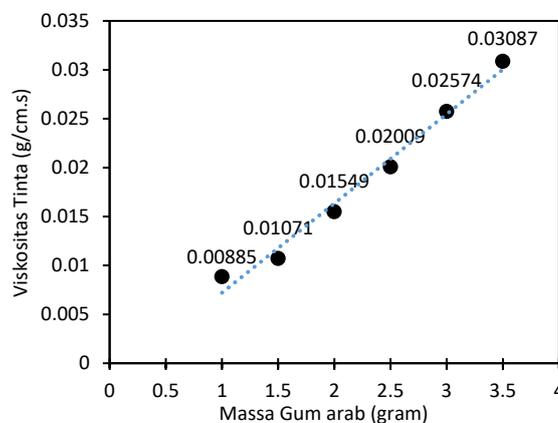
Pada tinta (a) dengan massa gum arab 1 gram, tinta (b) dengan massa Gum arab 1,5 gram, dan tinta (c) dengan massa gum arab 2 gram, pigmen mengalami pengendapan. Hal ini disebabkan karena komposisi pelarut terlalu banyak dan *binder* yang terlalu sedikit, *binder* yang terlalu sedikit tidak mampu untuk mengikat atau merekatkan semua partikel pigmen, sehingga masih terdapat partikel pigmen yang tidak terikat binder dan akhirnya mengendap. Selain itu perbandingan massa pigmen yang lebih besar dari massa binder juga menyebabkan partikel pigmen mengendap pada dasar wadah membentuk suspensi koloid.

Selanjutnya dilakukan uji viskositas tinta dengan menggunakan perangkat sederhana, yaitu dengan steatit, gelas plastik yang telah diberi skala volume dan dilubangi bagian bawahnya. Menghitung nilai laju viskositas tinta dengan membandingkan waktu yang diperlukan air yang sudah diketahui nilai viskositasnya sebesar 0,0089 g/cm.s untuk turun sampai habis dari gelas yang dilubangi dengan waktu yang diperlukan masing-masing tinta untuk turun sampai habis dari gelas yang berlubang tersebut. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan persamaan (1) berikut:

$$\eta = \eta_0 \frac{\rho t}{\rho_0 t_0} \quad \text{i)}$$

η adalah nilai viskositas tinta yang didapatkan, η_0 adalah nilai viskositas air sebesar 0,0089 g/cm.s, ρ_0 adalah massa jenis air sebesar 1 g/cm³, ρ adalah massa jenis masing-masing tinta, t_0 adalah waktu yang dibutuhkan air untuk turun dan habis dari gelas yang berlubang yaitu 2,40 s, dan t adalah waktu yang diperoleh dengan mengukur waktu masing-masing tinta untuk turun dan habis dari gelas yang berlubang.

Hasil uji viskositas tinta dengan variasi massa binder gum arab ditunjukkan pada Gambar 3.

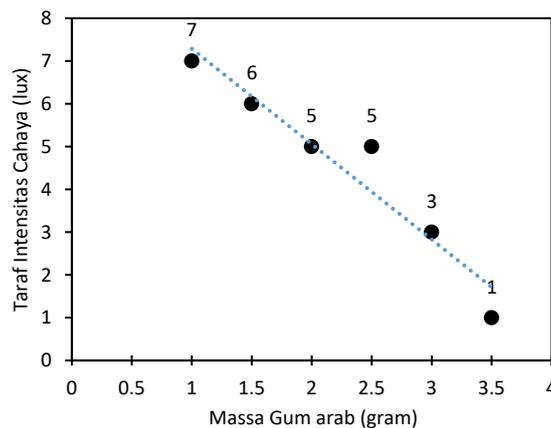


GAMBAR 3. Grafik Viskositas Tinta dengan Variasi Massa Gum arab

Berdasarkan grafik pada GAMBAR 3 menunjukkan bahwa viskositas tinta meningkat sebanding dengan kenaikan massa gum arab. Viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi gum arab [6]. Kenaikan massa gum arab menyebabkan bertambahnya kekentalan tinta. Semakin banyak gum arab yang mengikat pigmen maka densitas/kerapatan tinta akan meningkat (kental) sedangkan semakin sedikit gum arab yang mengikat pigmen maka densitas/kerapatan tinta akan menurun (encer). Gum arab merupakan salah satu gelling agent dari alam yang dapat meningkatkan stabilitas dan viskositas [7]. Namun pada pemanasan tertentu gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan sehingga dapat mengurangi efisiensi emulsifikasi dan viskositasnya. Hal ini diduga karena adanya komponen dalam gum arab yang rusak dalam pemanasan [8].

Gum arab dilarutkan dalam aquades karena gum arab bersifat hidrofilik sehingga Gum arab akan larut homogen dalam air, campuran tersebut dipanaskan pada suhu 70°C – 80°C supaya mempercepat proses pelarutan [9]. Viskositas tinta mempengaruhi laju aliran tinta, semakin kental maka akan menghambat laju aliran tinta. Tinta spidol yang baik seharusnya tinta yang tidak kental atau yang dapat mengalir dengan baik sehingga tinta tidak terjadi penggumpalan sehingga tinta spidol haruslah tinta dengan nilai viskositas yang rendah.

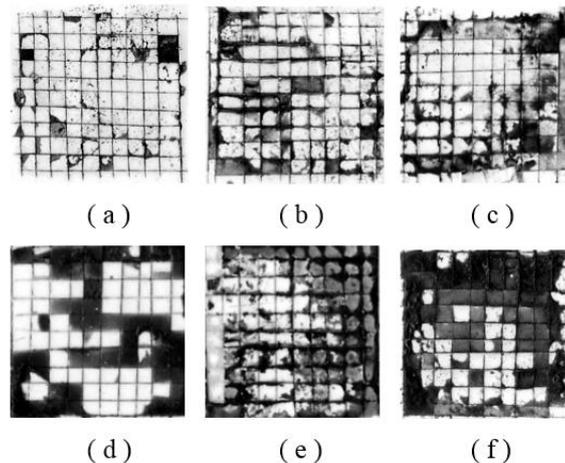
Uji transmitansi dilakukan dengan seperangkat peralatan berupa luxmeter, sumber cahaya (lampu 9 Watt), dan tabung gelap. Sumber cahaya diletakkan pada ujung tabung dan ujung tabung yang lain diletakkan luxmeter. Substrat yang sudah dilapisi tinta disisipkan ditengah-tengah tabung untuk diuji transmitansinya.



GAMBAR 4. Grafik Taraf Intensitas Cahaya pada Tinta dengan Variasi Massa Gum arab

GAMBAR 4 menunjukkan besar nilai intensitas transmitansi cahaya yang diteruskan pada substrat kertas HVS 80 gram tanpa tinta yaitu 12 lux mengalami penurunan sebanding dengan penambahan massa gum arab pada tinta. Perbedaan besar nilai intensitas transmitansi substrat sebelum dan sesudah dilapisi tinta menunjukkan bahwa substrat yang digunakan memiliki sifat meneruskan cahaya. Gum arab mempengaruhi sebaran partikel, semakin banyak gum arab yang digunakan, partikel pigmen akan lebih tersebar merata. Partikel yang tersebar merata pada substrat akan menghalangi cahaya yang diteruskan, sehingga nilai intensitas transmitansinya berkurang. Jumlah penambahan massa gum arab menunjukkan nilai kepekatan warna yang dibawa oleh pigmen menyebabkan tingkat penutupan pada permukaan substrat lebih maksimal dan merata sehingga intensitas transmitansinya berkurang [9]. Intensitas cahaya yang lebih sedikit menunjukkan larutan tinta itu lebih pekat dan sangat baik untuk dijadikan sebagai tinta [10]. Tinta spidol whiteboard yang baik adalah tinta dengan intensitas transmitansi yang rendah, supaya warna menjadi tajam, kontras dengan whiteboard dan jelas untuk dilihat mata. Hasil maksimal yang diperoleh dari tinta organik dalam penelitian ini yaitu 1 lux. Nilai intensitas transmitansi tersebut mendekati nilai intensitas transmitansi tinta spidol yang dijual di pasaran, yaitu 0 lux.

Uji adhesi atau uji daya lekat tinta dengan substrat dilakukan dengan metode cross-cut tape test dengan substrat berupa papan tulis whiteboard. Tinta dilapisi pada whiteboard, setelah kering lalu melekatkan isolasi di atas tinta tersebut dan ditarik. Daya lekat tinta ditentukan berdasarkan tinta yang masih menempel dan tertinggal pada substrat (dalam %) [11].



GAMBAR 5. Hasil Uji Adhesi Tinta pada Substrat: (a) $\pm 10\%$; (b) $\pm 20\%$; (c) $\pm 25\%$; (d) $\pm 50\%$; (e) $\pm 65\%$; (f) $\pm 70\%$

Semakin banyak gum arab yang digunakan semakin besar nilai adhesinya. Adhesi adalah tarik-menarik dua partikel yang tak sejenis. Dalam hal ini adalah tinta dan substratnya berupa papan tulis whiteboard. Menggunakan papan tulis whiteboard karena tinta akan diaplikasikan pada papan tulis sebagai tinta spidol papan tulis. Kenaikan massa gum arab sebanding dengan kenaikan daya lekat tinta (dalam %). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak gum arab semakin besar daya lekatnya dengan substrat. gum arab merupakan suatu jenis resin alami dari getah pohon akasia sehingga memiliki sifat dasar getah yaitu lengket. Sehingga sudah jelas bahwa semakin banyak gum arab maka akan semakin lengket, daya tarik-menarik antar partikel yang tak sejenisnya dalam hal ini adalah tinta dengan substrat whiteboard semakin kuat.

Tinta spidol yang baik adalah tinta spidol yang daya lekatnya tinggi dengan substrat tetapi mudah untuk dihapus. Daya hapus tinta yang dihasilkan dipengaruhi oleh releasing agent. PEG merupakan bahan dalam tinta sebagai releasing agent, dengan adanya PEG maka tinta tersebut dapat dihapus di papan tulis.

Berdasarkan uji hapus tinta di papan tulis, semua tinta mudah untuk dihapus jika dalam waktu kurang lebih 24 jam. Setelah lebih dari 24 jam tinta mulai susah untuk dihapus, tinta menempel kuat pada substrat papan tulis, sehingga tinta menjadi semipermanen.

SIMPULAN

Serbuk dari hasil minuman kopi dapat digunakan sebagai pigmen pada tinta. Pembuatan tinta dengan pigmen organik dari endapan minuman kopi dibuat dengan cara yang sederhana yaitu dengan mencampurkan pigmen, perekat (binder) dari gum arab, dan pelarut Alkohol. Tinta organik yang dihasilkan, dilakukan pengujian diantaranya, viskositas, transmitansi, dan adhesi. Hasil uji viskositas menunjukkan bahwa semakin banyak massa gum arab yang digunakan, viskositas tinta semakin tinggi dan nilai viskositas yang dihasilkan mendekati nilai viskositas tinta spidol whiteboard yang dijual dipasaran. Pada uji transmitansi menunjukkan bahwa semakin banyak massa gum arab yang digunakan, intensitas cahaya yang dihasilkan semakin rendah. Pada uji adhesi menunjukkan bahwa semakin banyak massa gum arab yang digunakan semakin tinggi adhesinya. Tinta organik yang dihasilkan paling baik adalah tinta dengan nilai viskositas $0,03087 \text{ g/cm.s}$, Intensitas transmitansi cahaya 1 lux, dan daya adhesi $\pm 70\%$ yaitu tinta dengan massa gum arab 3,5 gram. Dari hasil

pengujian tersebut menunjukkan bahwa tinta organik dari pigmen endapan minuman kopi dapat diaplikasikan sebagai tinta spidol. Keberhasilan ini memberi kontribusi bagi pengolahan sampah serta memberikan nilai guna dan nilai ekonomis yang tinggi

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada teman-teman crew laboratorium kemagnetan bahan Universitas Negeri Semarang yang telah membantu waktu, tempat, bimbingan dan saran demi terselesaikannya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. Pertiwi, "Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*," M.S. thesis, Dept. of Farming, Hasannudin Univ., Makasar, 2016.
- [2] D. Khusna, "Pemanfaatan Limbah Padat Kopi sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Bentuk Bricket Berbasis Biomass (Studi Kasus di PT. Santos jaya Abadi Instant Coffee)," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan Institut Teknologi Adhi Tama*, Surabaya, 2015, pp. 247 – 260.
- [3] R. Beauchet, P. Magnoux, & J. Mijoin, "Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs) mixture (isopropanol/o -xylene) on zeolite catalysts," *J. Catalysis*, no. 124, pp. 118-123, Mar. 2007.
- [4] N. Suhartini, Haryanti, Y. Linguistika, "Pemanfaatan Arang Jerami sebagai Bahan Dasar Pembuat Tinta *whiteboard* yang Ramah Lingkungan," *Proc. Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA*, pp. K-1 – K-6, Jun. 2012.
- [5] Febriyenti, A. Halim, Nelvianti, "Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Solubilisasi Metronidazol dengan Menggunakan Brij 35," *J. Farmasi Andalas*, vol.1, pp. 13 – 18, April. 2013.
- [6] S. Tranggono, Haryadi, Suparmo, "Bahan Tambahan Makanan (*Food Additive*). Yogyakarta: PAU pangan dan Gizi UGM, 1991.
- [7] Y. D. Bayuarti, "Kajian Proses Pembuatan Pasta Gigi Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) Sebagai Antibakteri," M.S. tesis, Dept. Of Farming, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.
- [8] A. Setyawan. (2007). *Gum arab* [Online]. Available : <https://soulkeeper28.files.wordpress.com/2009/01/gum-arab.pdf>.
- [9] D. P. Fajar, "Fabrikasi dan Karakterisasi Tinta Magnetik Berbahan Dasar Pasir Besi," M.S. tesis, Dept. Mathematics and Natural Science, Semarang State Univ, Semarang, 2015.
- [10] P. A. Wiguna, Susanto, M. A. N. Said, "Fabrikasi Tinta Printer Berbahan Dasar Pigmen Organik dari Sampah Daun," *J. Fisika*, vol. 4, no. 2, pp. 64 – 68, Nov. 2014.
- [11] *Standard Test Method for Measuring Adhesion by Tape Test*. ASTM Standards D 3359 – 97, 2000.

