



Pengaruh Variasi Konsentrasi *Gum Arabic* Terhadap Nilai Viskositas Tinta Cetak Saring Berbahan Dasar Ampas Kopi

Rachel Aulia Putri*, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Yoga Putra Pratama, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Sahiba Sahila, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

ABSTRACT

Coffee grounds are organic waste with potential to be utilized as a natural pigment source for environmentally friendly screen-printing ink. This study aimed to analyze the effect of gum arabic concentration as a binder on the viscosity of coffee-ground-based screen-printing ink and to determine the concentration that produces viscosity characteristics closest to conventional screen-printing ink. The ink was formulated using coffee ground pigment extract with gum arabic concentrations of 3%, 5%, 7%, 9%, and 11% (w/v), while sodium alginate concentration was maintained at 6% (w/v) as a thickening agent. Viscosity testing was conducted using a Zahn Cup No. 4 according to ASTM D4212 with three replications. Flow time data were converted into kinematic viscosity using the equation $V = 14.8(T-5)$. The results showed that gum arabic concentration significantly affected ink viscosity, although the relationship was non-linear. The highest viscosity was obtained at a gum arabic concentration of 7%, reaching 207.05 cSt, while viscosities at concentrations of 3%, 5%, 9%, and 11% were 54.76 cSt, 46.77 cSt, 109.22 cSt, and 69.71 cSt, respectively. The viscosity of conventional ink used as the control was 181.15 cSt. Based on these findings, the 7% gum arabic formulation produced viscosity values closest to conventional ink.

ARTICLE HISTORY

Submitted 17/06/2026

Revised 22/06/2026

Accepted 27/06/2026

KEYWORDS

coffee grounds; screen-printing ink; gum arabic; viscosity; Zahn cup #4

*CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ rachel.aulia.putri.tgp22@mhsw.pnj.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v10i1.13859>

1. PENDAHULUAN

Cetak saring (*screen printing*) atau sablon adalah metode pencetakan yang memanfaatkan *screen* sebagai pembawa gambar, sehingga tinta dapat ditransfer ke media cetak sesuai desain yang diinginkan (Tunnikmah, 2017). Teknik cetak saring merupakan salah satu teknik cetak yang banyak digunakan karena fleksibilitasnya dalam mencetak pada berbagai media substrat seperti kertas, kain, plastik, dan logam. Keberhasilan proses cetak saring sangat bergantung pada karakteristik tinta, termasuk pada nilai viskositas tinta yang memengaruhi kemampuan alir tinta melalui *screen*, daya rekat pada substrat, serta kualitas hasil cetak (Lin *et al.*, 2007).

Penggunaan tinta cetak saring konvensional dalam industri percetakan yang umum digunakan hingga saat ini masih didominasi oleh tinta berbahan sintetis yang mengandung berbagai senyawa kimia, termasuk *Volatile Organic Compounds* (VOC). Keberadaan senyawa tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan karena menghasilkan emisi selama proses produksi dan penggunaannya. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan tinta berbahan alami yang lebih ramah lingkungan sebagai alternatif untuk mendukung praktik percetakan yang berkelanjutan (Aydemir & Özsoy, 2020).

Salah satu sumber bahan alami yang berpotensi besar dikembangkan sebagai pigmen tinta adalah ampas kopi. Ampas kopi merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses penyeduhan biji kopi. Di Indonesia, produksi kopi mencapai 650.000 ton/tahun, sehingga limbah ampas kopi yang dihasilkan juga sangat melimpah (Mukti & Hidayat, 2019). Limbah ampas kopi dihasilkan dalam jumlah besar oleh rumah tangga, kedai kopi, dan industri kopi di seluruh dunia (Nur *et al.*, 2024). Ampas kopi mengandung senyawa bioaktif, salah satunya adalah melanoidin. Melanoidin adalah pigmen coklat (*brown pigments*) yang terbentuk sebagai produk akhir reaksi Maillard selama proses penyangraian biji kopi (Iriando-DeHond *et al.*, 2021). Selain itu, kandungan karbon yang tinggi pada ampas kopi menjadikannya berpotensi sebagai sumber pigmen alami untuk tinta cetak saring yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan ampas kopi sebagai bahan baku tinta tidak hanya dapat mengurangi volume limbah organik, tetapi juga berpotensi menggantikan sebagian penggunaan pewarna sintetis dalam industri percetakan (Amadea *et al.*, 2024).



Dalam formulasi tinta, selain pigmen diperlukan bahan tambahan berupa pengikat (*binder*) yang berfungsi mengikat partikel pigmen satu sama lain serta meningkatkan daya lekat tinta pada substrat. Salah satu bahan pengikat alami yang banyak digunakan adalah *gum arabic*. *Gum arabic* merupakan getah alami yang berasal dari pohon akasia dan tersusun atas polisakarida serta glikoprotein (Mohamed *et al.*, 2025). Selain berfungsi sebagai binder, *gum arabic* juga berperan sebagai *rheology modifier* yang memengaruhi viskositas dan stabilitas dispersi pigmen dalam tinta. Peningkatan konsentrasi *gum arabic* memperkuat interaksi antar molekul dan jumlah padatan terlarut, sehingga mengubah karakteristik aliran tinta (Prasad *et al.*, 2022). Selain *gum arabic*, natrium alginat digunakan sebagai bahan pengental untuk membantu pembentukan viskositas tinta.

Viskositas adalah ukuran yang digunakan untuk menyatakan tingkat kekentalan suatu fluida atau hambatan internal yang terjadi saat fluida mengalir. Nilai viskositas berbanding lurus dengan tingkat kekentalan cairan, sehingga cairan yang memiliki viskositas tinggi cenderung mengalir lebih lambat dibandingkan cairan dengan viskositas rendah (Masthura *et al.*, 2024; Ramadhani *et al.*, 2024). Dalam bidang percetakan, viskositas tinta perlu dikendalikan karena memengaruhi proses perpindahan tinta, kualitas cetakan, serta keseragaman hasil cetak. Pada proses cetak saring, tinta harus memiliki karakteristik aliran (*rheologi*) yang sesuai agar dapat melewati pori-pori *screen* secara optimal, tertransfer dengan baik ke substrat, serta menghasilkan lapisan tinta yang homogen dan berkualitas. Sifat *rheologi* tinta diketahui berpengaruh terhadap mekanisme deposisi dan pemisahan tinta selama proses pencetakan, yang akan memengaruhi ketebalan lapisan, kekasaran permukaan, dan kualitas hasil cetak (Potts *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian telah melaporkan pemanfaatan bahan alami sebagai sumber pigmen tinta ramah lingkungan serta penggunaan *gum arabic* sebagai bahan pengikat dalam formulasi tinta. Rengganis *et al.*, (2017) memanfaatkan endapan kopi sebagai pigmen organik pada tinta spidol dan menemukan bahwa penambahan *gum arabic* berpengaruh terhadap kekentalan serta daya lekat tinta. Selain itu, Amadea *et al.*, (2024) mengembangkan tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi dan menunjukkan bahwa variasi jumlah pigmen ampas kopi memengaruhi viskositas, densitas, dan kualitas hasil cetak. Penelitian lain oleh Amadea *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa *gum arabic* berperan sebagai bahan pengikat yang memengaruhi sifat fisik tinta organik, sedangkan Mahmuda *et al.*, (2025) melaporkan bahwa peningkatan komposisi *gum arabic* dapat meningkatkan karakteristik fisik tinta, termasuk nilai *solid content*. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus mengkaji pengaruh variasi konsentrasi *gum arabic* terhadap viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi maupun menentukan konsentrasi yang paling mendekati atau yang paling sesuai dengan tinta cetak saring konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui evaluasi pengaruh variasi konsentrasi *gum arabic* terhadap viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi *gum arabic* sebesar 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% (b/v) terhadap viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi serta menentukan konsentrasi *gum arabic* yang menghasilkan karakteristik viskositas dengan nilai paling sesuai dan paling mendekati tinta cetak saring konvensional sebagai kontrol.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *gum arabic* sebagai bahan pengikat (*binder*) terhadap viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi. Tujuan utama dari metode eksperimen kuantitatif adalah untuk mengetahui pengaruh variabel bebas atau variabel yang dimanipulasi terhadap variabel terikat sebagai luaran yang diukur (Yunitri *et al.*, 2024).

Penelitian dilakukan dengan membuat tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi menggunakan variasi konsentrasi *gum arabic* sebesar 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% b/v, sedangkan komposisi bahan lainnya dibuat tetap. Setiap sampel tinta diuji viskositasnya menggunakan *Zahn Cup* No. 4 dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk melihat hasil yang akurat. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menelaah kecenderungan perubahan viskositas pada setiap variasi konsentrasi *gum arabic*.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pada penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di Laboratorium Ilmu Bahan Teknik Grafika Politeknik Negeri Jakarta selama kurang lebih tiga bulan, yaitu dari bulan Februari 2026 – Mei 2026. Selama periode tersebut dilakukan proses persiapan bahan, pembuatan sampel tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi, serta pengujian viskositas untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *gum arabic* terhadap karakteristik tinta yang dihasilkan.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi yang diformulasikan dengan variasi konsentrasi *gum arabic* sebagai bahan pengikat (*binder*). Variasi konsentrasi *gum arabic* yang digunakan yaitu 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% b/v.

2.4 Prosedur

2.4.1 Rancangan Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi *gum arabic* (3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% b/v). Variabel terikat pada penelitian ini adalah viskositas tinta, yang diukur berdasarkan waktu alir (detik) menggunakan *Zahn Cup* No. 4 sesuai standar ASTM D4212. Nilai waktu alir kemudian dikonversi menjadi viskositas kinematik (cSt) menggunakan rumus *Zahn Cup* No. 4, yaitu $V = 14,8 (T - 5)$. Variabel kontrol dalam penelitian ini meliputi volume ekstrak pigmen ampas kopi sebanyak 40 mL, volume akuades 40 mL, konsentrasi natrium alginat sebesar 6% (b/v), suhu dan waktu ekstraksi pada 50°C selama 30 menit, serta suhu formulasi tinta sebesar 70°C. Selain itu, tinta cetak saring konvensional digunakan sebagai kontrol pembanding.

Tabel 1. Formulasi Tinta

SAMPEL	EKSTRAK PIGMEN (ML)	AQUADEST (ML)	GUM ARABIC (% B/V)	NA-ALGINAT (% B/V)
KONTROL	Tinta Konvensional	-	-	-
SAMPEL 1	40	40	3%	6%
SAMPEL 2	40	40	5%	6%
SAMPEL 3	40	40	7%	6%
SAMPEL 4	40	40	9%	6%
SAMPEL 5	40	40	11%	6%

2.4.2 Prosedur Pembuatan Tinta

Proses pembuatan tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi dilakukan melalui tahapan berikut:

- 1) Persiapan Pigmen: Ampas kopi disangrai (*roasting*) selama ± 2 jam hingga kondisi gosong, kemudian dihaluskan menggunakan *chopper*, dan disaring menggunakan *mesh* 100.
- 2) Proses Ekstraksi: Bubuk ampas kopi diekstraksi menggunakan akuades suhu 50°C selama 30 menit dengan perbandingan 1:2 (b/v), kemudian disaring menggunakan *mesh* 400.
- 3) Persiapan Larutan *Gum Arabic*: *Gum arabic* ditimbang sesuai variasi konsentrasi masing-masing (3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% b/v), dilarutkan dalam akuades 40 ml hangat, dan diaduk hingga homogen.
- 4) Formulasi Tinta: Ekstrak pigmen ampas kopi (40 ml) dicampurkan dengan larutan *gum arabic* (40 ml) dengan perbandingan 1:1 (v/v), dipanaskan hingga suhu 70°C, kemudian ditambahkan *sodium alginat* 6% (b/v) sebagai pengental, dan diaduk menggunakan *hot plate magnetic stirrer* hingga homogen selama 20 menit.

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

2.5.1 Data Penelitian

Data yang digunakan berupa data kuantitatif hasil pengukuran waktu alir (detik) tinta pada setiap variasi konsentrasi *gum arabic* menggunakan *Zahn Cup* No. 4. Waktu alir dikonversi menjadi viskositas kinematik (cSt) menggunakan formula spesifik *Zahn Cup* #4 berdasarkan ASTM #D 4212:

$$V = 14,8 (T - 5)$$

Keterangan:

V = viskositas kinematik (cSt)

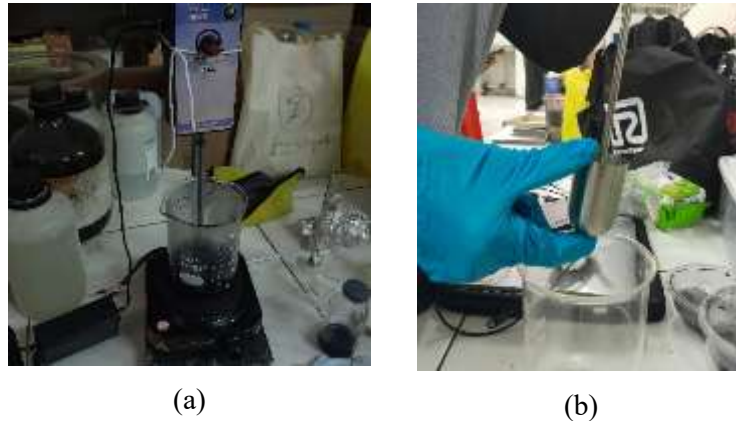
T = waktu alir (detik)

2.5.2 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) *Zahn Cup* No. 4 sebagai alat ukur viskositas tinta.
- 2) *Stopwatch* untuk mengukur waktu alir tinta.

- 3) Timbangan digital untuk menimbang bahan.
- 4) Gelas ukur dan *beaker glass* sebagai wadah pencampuran bahan.
- 5) *Hot plate magnetic stirrer* untuk membantu proses pencampuran tinta.



Gambar 1. (a) Proses Pembuatan Tinta Cetak Saring Berbahan Dasar Ampas Kopi. (b) Proses Pengujian Viskositas Tinta Menggunakan *Zahn Cup* #4.

2.5.3 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui metode eksperimen laboratorium dengan melakukan pengujian viskositas pada setiap formulasi tinta yang telah dibuat. Formulasi tinta terdiri atas lima variasi konsentrasi *gum arabic*, yaitu 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11%.

Pengujian dilakukan dengan menuangkan tinta ke dalam *Zahn Cup* No. 4 hingga penuh, kemudian waktu alir diukur menggunakan *stopwatch* sejak tinta mulai mengalir hingga aliran terputus. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali replikasi pada setiap sampel dan dihitung rata-ratanya.

2.6 Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Waktu alir rata-rata setiap sampel dikonversi menjadi nilai viskositas kinematik (cSt) menggunakan formula $V = 14,8 (T - 5)$ sesuai ASTM #D 4212 untuk *Zahn Cup* No. 4. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dibandingkan dengan nilai viskositas tinta konvensional sebagai kontrol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi dengan variasi konsentrasi *gum arabic* dilakukan menggunakan metode *Zahn Cup* No. 4 berdasarkan standar ASTM #D 4212 dengan tiga kali replikasi. Formula konversi yang digunakan adalah $V = 14,8 (T - 5)$. Ringkasan formulasi masing-masing sampel disajikan pada Tabel 2, sedangkan hasil pengujian viskositas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Formulasi Tinta

SAMPEL	EKSTRAK PIGMEN (ML)	AQUADEST (ML)	GUM ARABIC (% B/V)	NA-ALGINAT (% B/V)
KONTROL	Tinta Konvensional	-	-	-
SAMPEL 1	40	40	3%	6%
SAMPEL 2	40	40	5%	6%
SAMPEL 3	40	40	7%	6%
SAMPEL 4	40	40	9%	6%
SAMPEL 5	40	40	11%	6%

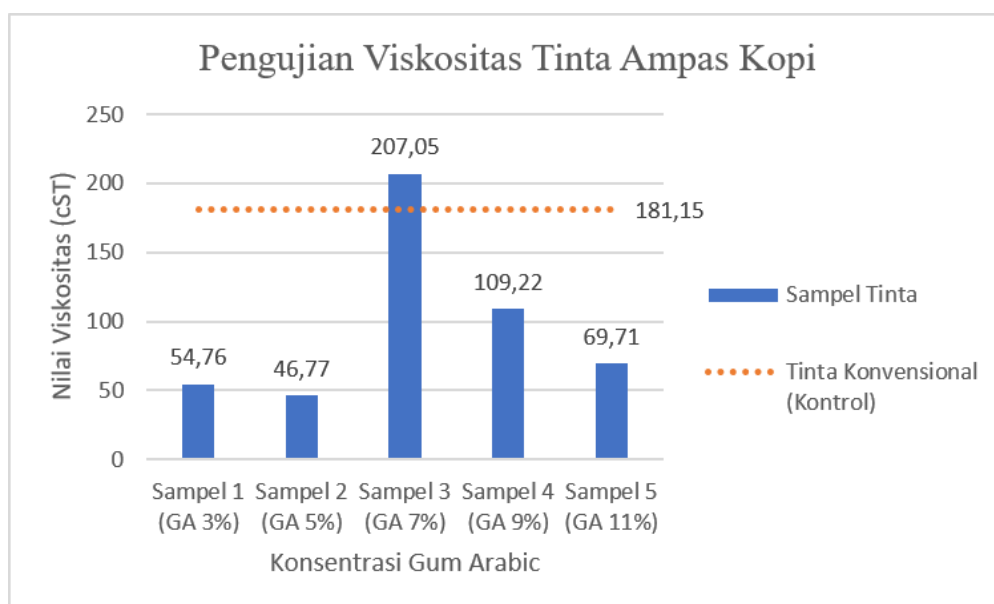
Tabel 3. Hasil Pengujian Viskositas Tinta Cetak Saring Berbahan Dasar Ampas Kopi

No.	Sampel	Waktu Alir (detik)			Rata-rata (det)	Viskositas (cSt)*
		V1 (det)	V2 (det)	V3 (det)		
-	Kontrol (Tinta Konvensional)	19,58	15,94	16,20	17,24	181,15
1	Sampel 1 (GA 3%)	9,30	8,97	7,82	8,70	54,76
2	Sampel 2 (GA 5%)	9,03	8,51	6,93	8,16	46,77
3	Sampel 3 (GA 7%)	22,21	17,24	17,52	18,99	207,05
4	Sampel 4 (GA 9%)	16,46	12,75	7,92	12,38	109,22
5	Sampel 5 (GA 11%)	12,38	9,49	7,27	9,71	69,71

Berdasarkan Tabel 3 nilai viskositas tinta konvensional (kontrol) sebesar 181,15 cSt dengan rata-rata waktu alir 17,24 detik menjadi acuan perbandingan. Sampel 1 dengan konsentrasi *gum arabic* 3% b/v menghasilkan viskositas sebesar 54,76 cSt (T = 8,70 det), dan Sampel 2 dengan konsentrasi 5% b/v menghasilkan viskositas 46,77 cSt (T = 8,16 det). Nilai yang rendah dan menurun dari Sampel 1 ke Sampel 2 menunjukkan bahwa pada kisaran konsentrasi rendah tersebut, *gum arabic* belum secara efektif membentuk jaringan polimer yang mampu meningkatkan hambatan alir tinta.

Peningkatan viskositas yang sangat signifikan terjadi pada Sampel 3 dengan konsentrasi *gum arabic* 7% b/v, yang menunjukkan viskositas tertinggi sebesar 207,05 cSt (T rata-rata = 18,99 det) nilai yang paling mendekati kontrol (181,15 cSt) di antara seluruh sampel. Lompatan viskositas yang besar dari konsentrasi 5% ke 7%, peningkatan viskositas pada konsentrasi *gum arabic* 7% b/v diduga terjadi karena interaksi antara *gum arabic* dan komponen polifenol yang masih terkandung dalam pigmen ampas kopi. Interaksi tersebut membantu pembentukan struktur koloid yang lebih rapat sehingga meningkatkan hambatan aliran tinta. Namun, pada konsentrasi *gum arabic* yang lebih tinggi (9% dan 11% b/v), sistem dapat mengalami kondisi *over-thickening*, yaitu jumlah polimer yang berlebihan menyebabkan distribusi komponen menjadi kurang homogen dan struktur yang terbentuk menjadi kurang stabil. Kondisi ini dapat menurunkan efektivitas *gum arabic* dalam meningkatkan viskositas sehingga nilai viskositas yang terukur mengalami penurunan (Salsabila *et al.*, 2025).

Pada Sampel 4 (9% b/v) dan Sampel 5 (11% b/v), viskositas mengalami penurunan menjadi 109,22 cSt dan 69,71 cSt. Penurunan ini berlawanan dengan ekspektasi umum dan dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Pertama, *gum arabic* pada konsentrasi tinggi menunjukkan perilaku *shear thinning* (*pseudoplastis*), yaitu kondisi di mana gaya geser selama pengadukan dan pengukuran memecah agregat molekuler dan mengurangi keterikatan rantai polimer, sehingga viskositas menurun (Li *et al.*, 2009). Kedua, interaksi yang tidak ideal antara *gum arabic* dan partikel pigmen ampas kopi pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan penggumpalan mikro (*micro-aggregation*) atau pengendapan parsial yang justru mengurangi kontribusi efektif *gum arabic* terhadap viskositas fase cair (Salazar-Montoya *et al.*, 2012). Ketiga, pada konsentrasi tinggi, distribusi *gum arabic* yang tidak homogen pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan sebagian volume tinta bersifat lebih encer sehingga waktu alir yang terukur lebih pendek (Salsabila *et al.*, 2025).



Gambar 2. Grafik Pengujian Viskositas Tinta Cetak Saring Berbahan Dasar Ampas Kopi

Berdasarkan Gambar 2, nilai viskositas tinta mengalami perubahan yang fluktuatif seiring peningkatan konsentrasi *gum arabic*. Viskositas meningkat hingga mencapai nilai tertinggi pada konsentrasi 7% b/v, kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 9% b/v dan 11% b/v. Tinta cetak saring umumnya memerlukan viskositas yang relatif tinggi agar tidak mudah menyebar di luar area cetak, namun tetap mampu melewati pori-pori *screen* saat diberi tekanan rakel. Berdasarkan hasil pengujian, viskositas Sampel 1 (54,76 cSt), Sampel 2 (46,77 cSt), dan Sampel 5 (69,71 cSt) tergolong rendah sehingga berpotensi menghasilkan cetakan yang kurang tajam akibat penyebaran tinta yang berlebihan. Sebaliknya, Sampel 3 (207,05 cSt) dan Sampel 4 (109,22 cSt) menunjukkan viskositas yang lebih tinggi dan lebih mendekati karakteristik tinta cetak saring konvensional, sehingga diperkirakan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mempertahankan ketajaman cetak dan mencegah terjadinya *bleeding* pada substrat.

Berdasarkan hasil tersebut, konsentrasi *gum arabic* 7% b/v menghasilkan nilai viskositas yang paling sesuai dibandingkan tinta konvensional di antara semua variasi yang diujikan. Hubungan antara konsentrasi *gum arabic* dan viskositas tidak bersifat linier, melainkan membentuk pola kurva dengan puncak pada konsentrasi 7% b/v yang kemudian menurun pada konsentrasi lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa dalam formulasi tinta cetak berbahan alami, terdapat konsentrasi binder yang menghasilkan karakteristik reologi paling sesuai, dan penambahan binder melebihi konsentrasi tersebut justru dapat menurunkan performa tinta.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Variasi konsentrasi *gum arabic* sebagai binder berpengaruh terhadap viskositas tinta cetak saring berbahan dasar ampas kopi, namun hubungannya tidak bersifat linier. Berdasarkan perhitungan menggunakan formula *Zahn Cup #4* ($V = 14,8 (T - 5)$, ASTM #D 4212), viskositas meningkat dari konsentrasi 3% (54,76 cSt) hingga mencapai nilai tertinggi pada konsentrasi 7% b/v (207,05 cSt), kemudian menurun pada konsentrasi 9% (109,22 cSt) dan 11% (69,71 cSt). Penurunan viskositas pada konsentrasi tinggi disebabkan oleh perilaku *shear thinning gum arabic* dan ketidakidealan interaksi antarmolekul. Berdasarkan parameter viskositas yang diuji, formulasi dengan konsentrasi *gum arabic* 7% b/v menghasilkan nilai viskositas (207,05 cSt) yang paling mendekati tinta konvensional (181,15 cSt), sehingga merupakan formulasi dengan viskositas paling sesuai di antara variasi yang diujikan.

4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian performa cetak secara langsung, seperti ketajaman garis, daya penetrasi tinta, dan keseragaman distribusi tinta pada berbagai jenis *mesh screen*. Selain itu, perlu dilakukan analisis ukuran partikel dan homogenitas pigmen, serta penggunaan alat ukur viskositas yang lebih sesuai, seperti *Zahn Cup* No. 2 atau No. 3 maupun viskometer rotasional, agar diperoleh data reologi yang lebih akurat. Karakterisasi fisikokimia yang lebih lengkap, seperti uji pH, daya lekat, ketahanan gosok, densitas warna, dan stabilitas penyimpanan, juga perlu dilakukan. Di samping itu, variasi konsentrasi natrium alginat maupun penggunaan binder alami lainnya dapat diteliti untuk mengoptimalkan formulasi tinta.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amadea, N. R., Yuniarti, E., & Kartika, R. N. (2024). The effect of the ink coffee grounds material for black colour in screen printing. In *Kreator* (Vol. 11, Issue 1, pp. 24–30). <https://doi.org/10.46961/kreator.v11i1.1109>
- Aydemir, C., & Özsoy, S. A. (2020). Environmental impact of printing inks and printing process. *Journal of Graphic Engineering and Design*, 11(2), 11–18. <https://doi.org/10.24867/JGED-2020-2-011>
- Iriondo-DeHond, A., Rodríguez Casas, A., & del Castillo, M. D. (2021). Interest of coffee melanoidins as sustainable healthier food ingredients. *Frontiers in Nutrition*, 8, 730343. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.730343>
- Li, X., Fang, Y., Al-Assaf, S., Phillips, G. O., Nishinari, K., & Zhang, H. (2009). Rheological study of gum arabic solutions: Interpretation based on molecular self-association. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2394–2402. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.06.018>
- Lin, H., Chang, C., Hwu, W., & Ger, M. (2007). The rheological behaviors of screen-printing pastes. *Journal of Materials Processing Technology*, 197(1–3), 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.06.067>
- Mahmuda, Z. S., Kusumantoro, H. R., & Pratama, Y. P. (2025). Pengaruh komposisi gum arabic terhadap konsistensi padatan tinta organik batang kayu secang dalam uji solid content. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 10(2), 153–160. <https://doi.org/10.58466/1tw6fp28>
- Masthura, Pasha, I., Wulandari, S., Panjaitan, H. A., & Ramadhani, D. R. (2024). Physical tests of organic ink based on gum arabic, gambier, and janggolan leaves. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 7(1), 54–61. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v7i1.40521>
- Mohamed, S. A., Elsherbini, A. M., Alrefaey, H. R., Adelrahman, K., Moustafa, A., Egodawatththa, N. M., Crawford, K. E., Nesnas, N., & Sabra, S. A. (2025). Gum Arabic: A commodity with versatile formulations and applications.

- Nanomaterials*, 15(4), 290. <https://doi.org/10.3390/nano15040290>
- Mukti, N. I. F., & Hidayat, A. (2019). Characterization of coffee grounds as biosorbent for removal dyes from aqueous solutions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 625, 12031. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/625/1/012031>
- Nur, A. A., Amrie, M. A., & Yusran. (2024). Peranan ampas kopi sebagai energi alternatif. *Jurnal Ekonomi Pembangunan Dan Manajemen*, 3(1), 13–21. <https://ekman.fakultasekonomiunikaltar.ac.id/index.php/Ekman/article/view/100>
- Potts, S. J., Phillips, C., Claypole, T., & Jewell, E. (2020). The effect of carbon ink rheology on ink separation mechanisms in screen-printing. *Coatings*, 10(10), 1008. <https://doi.org/10.3390/coatings10101008>
- Prasad, N., Thombare, N., Sharma, S. C., & Kumar, S. (2022). Gum arabic: A versatile natural gum: A review on production, processing, properties and applications. *Industrial Crops and Products*, 187, 115304. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115304>
- Ramadhani, D. R., Masthura, & Husnah, M. (2024). Karakteristik arang kulit durian dan daun jenggelan untuk pembuatan tinta organik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 7(2), 199–206. <https://doi.org/10.30596/rmme.v7i2.18962>
- Rengganis, A. P., Yulianto, A., & Yulianti, I. (2017). Fabrikasi tinta spidol whiteboard berbahan dasar pigmen organik dari endapan minuman kopi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 6, SNF2017-MPS-105-SNF2017-MPS-112. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.MPS.17>
- Salazar-Montoya, J. A., Jiménez-Avalos, H., & Ramos-Ramírez, E. G. (2012). Effects of gum Arabic concentration and soy proteins on the flow and viscoelasticity of their dispersion. *International Journal of Food Properties*, 15(6), 1144–1155. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.506099>
- Salsabila, Kusumantoro, H. R., & Pratama, Y. P. (2025). Pengaruh konsentrasi gum arabic terhadap stabilitas viskositas bio-ink berbasis ekstrak bunga telang. *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 4, 19–24. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/3793>
- Tunnikmah, N. (2017). Komodifikasi teknik cetak saring di Kampung Wedi, Klaten. *Corak: Jurnal Seni Kriya*, 6(1), 45–54. <https://doi.org/10.24821/corak.v6i1.2392>
- Yunitri, N., Janitra, F. E., Kustanti, C. Y., Aini, N., Octary, T., Fajarini, M., Arifin, H., Putri, A. R., Maf'ula, D., & Sofiani, Y. (2024). Metode penelitian eksperimental. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 67–79. <https://doi.org/10.35913/jk.v11i2.453>