

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pembuatan tinta spidol dengan memanfaatkan limbah organik telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu dengan menggunakan bahan dan metode yang berbeda. Pratama dkk. (2022) menggunakan bahan baku limbah kulit bawang putih sebagai pigmen organik dalam pembuatan tinta spidol. Limbah kulit bawang dapat menjadi alternatif pengganti tinta dengan pigmen *carbon black*. Dari hasil uji yang telah dilakukan, sampel tinta yang mendekati standar tinta komersil yaitu variasi gum arab 1 gram dengan waktu pengadukan 10 menit diperoleh hasil massa jenis sebesar $1,114 \text{ gr/cm}^3$, viskositas sebesar $1,26 \text{ Poise}$, dan intensitas transmisi sebesar 0 lux . Dimana standar komersil yang dihitung sebagai pembanding memiliki nilai hasil uji massa jenis sebesar $1,026 \text{ gr/cm}^3$, viskositas sebesar $1,1 \text{ Poise}$, dan intensitas transmisi sebesar 0 lux .

Pemanfaatan arang ampas kopi sebagai pigmen tinta spidol pada penelitian Rengganis dkk. (2017) menghasilkan nilai rata-rata hasil uji densitas yaitu $0,95 \text{ g/cm}^3$ dimana hasil tersebut memenuhi standar densitas SNI tinta nomor 06-1567-1999 sebesar $0,9-1 \text{ g/cm}^3$, nilai viskositas $1,14 \text{ cP}$, tingkat keabuan 80% serta memiliki daya hapus yang sesuai dengan tinta spidol *whiteboard* dengan konsentrasi arang ampas kopi sebesar 30%. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi arang ampas kopi berpengaruh terhadap nilai densitas, viskositas, dan tingkat keabuan tinta. Semakin tinggi konsentrasi arang ampas kopi maka semakin tinggi pula nilai hasil uji.

Menurut penelitian Anova & Muchtar (2017) memanfaatkan gambir sebagai bahan dasar pembuatan tinta spidol ramah lingkungan. Hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan proses homogenisasi membutuhkan waktu selama 30 menit dengan kecepatan 1000 rpm, berat jenis tinta yang paling mendekati tinta *whiteboard* yaitu $1,0254 \text{ g/cm}^3$ dengan komposisi pigmen gambir 85%, gliserin 3%, polietilen glikol 2%, dan propilen glikol 5% serta

penambahan pengawet kristal violet 1%. Tinta yang dihasilkan berwarna hitam, homogen, tulisan tidak terputus-putus dan waktu kering 6 menit.

Menurut Rahayu & Fatimah (2021) penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi karbon tempurung kelapa terhadap karakteristik tinta spidol *whiteboard* ramah lingkungan. Variasi karbon yang digunakan yaitu 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dalam 100 ml larutan. Proses pembuatan tinta spidol *whiteboard* meliputi karbonisasi tempurung kelapa, pengayakan dengan ukuran 100 mesh, pencampuran dengan 5 gram gum arab, 15 ml polietilen glikol (PEG), 50 ml aquades, dan 35 ml alkohol 70% selanjutnya proses homogenisasi. Hasil penelitian tinta terbaik pada konsentrasi karbon 35% dengan hasil uji densitas sebesar 1,2206 g/cm³, viskositas sebesar 2,568 cP, kadar pH sebesar 9,967 (bersifat basa) dan memiliki pigmen warna hitam yang cukup pekat.

Menurut Lestari dkk. (2021) pembuatan tinta spidol *whiteboard* menggunakan bahan baku ekstrak kulit buah rambutan dengan pengaruh variasi volume etanol menyimpulkan bahwa penambahan volume etanol berpengaruh pada nilai densitas, viskositas dan waktu kering tinta. Nilai uji densitas, viskositas, dan waktu kering tinta berbanding terbalik dengan bertambahnya volume etanol yang digunakan. Kualitas tinta terbaik didapatkan dengan variasi komposisi volume etanol 10 ml dengan nilai uji densitas 0,9431 g/ml dan nilai uji viskositas 1,1169 cP dimana hasil tersebut telah memenuhi SNI tinta 06-1567-1999. Tinta kering membutuhkan waktu selama 2,20 menit. Tanin dari ekstrak kulit buah rambutan menghasilkan warna hitam keunguan pada tinta spidol dan warna yang lebih homogen.

Ringkasan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Pratama dkk. (2022)	Mengetahui apakah kulit	Tinta yang dihasilkan	- Bahan baku utama

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
		bawang putih (<i>Allium Sativum L</i>) dapat digunakan sebagai bahan baku utama pigmen tinta spidol yang ramah lingkungan.	dengan mendekati tinta komersil adalah tinta dengan variasi gum arab sebanyak 1 gram dengan waktu pengadukan 10 menit dengan hasil massa jenis sebesar 1,114 gr/cm ³ , viskositas sebesar 1,26 <i>Poise</i> , dan intensitas transmisi sebesar 0 lux. Dimana, standar tinta komersil yang dihitung sebagai pembandingan memiliki hasil massa jenis sebesar 1,026 gr/cm ³ , viskositas	yang digunakan - Metode penelitian - Warna tinta yang dihasilkan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			sebesar 1,1 <i>Poise</i> , dan intensitas transmisi sebesar 0 <i>lux</i> .	
2.	Rengganis dkk. (2017)	Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi arang ampas kopi terhadap sifat fisika tinta yaitu densitas, viskositas, dan tingkat keabuan dalam pembuatan tinta spidol <i>whiteboard</i> .	Penambahan konsentrasi arang ampas kopi berpengaruh terhadap nilai densitas, viskositas, dan keabuan. Semakin tinggi konsentrasi arang ampas kopi, maka semakin tinggi pula nilai densitas, viskositas dan tingkat keabuan tinta. Kondisi yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI)	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku utama yang digunakan - Warna tinta yang dihasilkan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			adalah tinta dengan nilai densitas sebesar 0,95 gr/cm ³ , nilai viskositas 1,14 cP, tingkat keabuan 80% serta memiliki daya hapus yang sesuai sebagai tinta spidol <i>whiteboard</i> adalah tinta dengan konsentrasi arang ampas kopi 30%.	
3.	Anova & Muchtar (2017)	Menghasilkan tinta spidol alternatif yang aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia.	Tinta spidol terbaik diperoleh dari proses homogenisasi dengan waktu pengadukan 30 menit pada kecepatan 1000 rpm. Komposisi	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku utama yang digunakan - Warna tinta yang dihasilkan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			tinta yang didapat yaitu pigmen gambir 85%, gliserin 3%, polietilen glikol 2%, dan propilen glikol 5% serta penambahan pengawet kristal violet 1%.	
4.	Rahayu & Fatimah (2021)	Memanfaatkan limbah tempurung kelapa untuk bahan baku pembuatan tinta spidol <i>whiteboard</i> yang ramah lingkungan.	Tinta dari karbon tempurung kelapa terbaik dihasilkan pada konsentrasi karbon 35% dengan hasil densitas sebesar 1,2206 g/cm ³ , viskositas sebesar 2,568 cP, kadar pH sebesar 9,967 (bersifat basa) dan memiliki pigmen warna	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku yang digunakan - Warna tinta yang dihasilkan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			hitam yang cukup pekat.	
5.	Lestari dkk. (2021)	Mengetahui pengaruh variasi volume etanol terhadap karakteristik tinta spidol <i>whiteboard</i> dengan bahan dasar pewarna dari ekstrak kulit buah rambutan agar sesuai dengan standar densitas SNI tinta 06-1567-1999.	Hasil analisis tinta terbaik diperoleh dengan variasi volume etanol 100 ml, dengan densitas 0,9431 g/ml dan viskositas 1,1189 cP yang telah memenuhi SNI . Tinta kering membutuhkan waktu selama 2,20 menit dengan warna hitam keunguan dan homogen.	- Bahan baku utama yang digunakan - Metode penelitian

2.2 Teori-teori yang relevan

2.2.1 Tinta

Tinta merupakan dispersi zat padat (pigmen) atau pewarna dalam cairan dan digunakan untuk membuat gambar pada bahan cetakan. Komposisi dari tinta yaitu pewarna, perekat, pelumas, resin, surfaktan, dan bahan lainnya. Kandungan utama tinta adalah pelarut berupa alkohol, air atau pelarut organik lainnya dengan pewarna sintesis atau alami (Medi dkk., 2022). Pewarna sintesis merupakan pewarna yang proses pembuatannya menggunakan asam

sulfat yang telah terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lainnya yang bersifat racun. Sedangkan pewarna alami merupakan pewarna yang diperoleh dari tumbuhan (Sekali dkk., 2020).

Pewarna alami pada tumbuhan didapatkan dengan cara ekstraksi. Ekstraksi merupakan metode pemisahan komponen-komponen terlarut dalam suatu campuran yang dipisahkan dari komponen yang tidak larut dalam pelarut. Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi diantaranya: metode ekstraksi, jenis pelarut, ukuran partikel, dan lama ekstraksi (Sekali dkk., 2020).

Tinta dapat berupa cairan/pasta yang mengandung pigmen atau pewarna berfungsi untuk menghasilkan teks, gambar atau desain. Tinta yang baik adalah tinta yang telah memenuhi standar yang telah ditentukan, seperti massa jenis, viskositas, dan daya hapus. Tinta alami telah dianggap ramah lingkungan karena dibuat dengan memanfaatkan sumber daya alam seperti daun, akar, buah dan sumber mineral. Tantangan utama pada tinta alami adalah konsistensi warna ketika menggunakan bahan alami (Assifa & Haryanto, 2020).

2.2.2 Daun Ketapang Laut

Pohon Ketapang Laut (*Terminalia catappa*) merupakan pohon tropis yang biasanya ditanam di pinggir jalan, tepi pantai, halaman sekolah atau di halaman rumah. Pohon ini adalah jenis pohon yang rindang sehingga dimanfaatkan sebagai peneduh. Dalam satu tahun pohon ini dapat meranggas sebanyak dua kali, sehingga banyak sampah daun yang berserakan dan akan berakhir di pembuangan atau pembakaran (Cantika & Hendrawan, 2021). Menurut ilmiah taksonomi pohon ketapang sebagai berikut (Ulinniam & Indriyani, 2022):

Kingdom : *Plantae*
Famili : *Combretaceae*
Ordo : *Myrtales*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Spesies : *T. Catappa*

Daun ketapang memiliki kandungan senyawa kimia *flavonoid*. Senyawa kimia *flavonoid* merupakan zat yang memiliki unsur warna merah (Farika dkk., 2017). Senyawa *flavonoid* bersifat polar (Rachmawati dkk., 2020). Dengan adanya kandungan senyawa tersebut daun ketapang dapat dimanfaatkan menjadi pewarna alami yang menghasilkan warna merah kecoklatan (Aziizah & Khuzaimah, 2022). Pemanfaatan daun ketapang sebagai pewarna alami dapat dihasilkan dari proses ekstraksi. Warna daun ketapang dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Daun Ketapang Laut
(Sumber: Aditya, 2021)

2.2.3 Gum Arab (*Gum acacia*)

Gum arab termasuk kedalam polisakarida yang berasal dari getah pohon *Acacia sp.* kemudian dilakukan proses eksudasi (pengeluaran getah) dan diubah menjadi serbuk. Gum arab memiliki kemampuan dapat mempertahankan aroma dari bahan-bahan yang akan mengalami proses pengeringan (Susianti dkk., 2020). Gum arab merupakan salah satu *hidrokoloid* yang mudah larut dalam air, dapat membentuk larutan yang stabil pada pH 5,0-7,0. Gum arab mampu meningkatkan stabilitas dengan peningkatan viskositas. Artinya, nilai viskositas akan meningkat dengan peningkatan konsentrasi gum arab (Christiana dkk., 2015).

Gum arab merupakan garam netral yang mengandung anion kalsium, magnesium, dan kalium. Gum arab termasuk salah satu dari beberapa jenis gum yang memerlukan konsentrasi tinggi untuk meningkatkan kekentalan dan dapat digunakan sebagai penghambat pengkristalan. Secara umum fungsi dari gum arab adalah pengental dan alat penstabil. Sehingga, gum arab dapat digunakan untuk memperbaiki kekentalan (viskositas) (Saputri, 2016).

2.2.4 Aquades

Aquades merupakan air hasil destilasi atau penyulingan, dapat disebut juga air murni (H_2O) (Utami dkk., 2020). Air hasil penyulingan bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni. Karakteristik aquades yaitu berwarna bening, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa (Khotimah dkk., 2018). Aquades merupakan pelarut yang jauh lebih baik dibandingkan cairan yang umum dijumpai. Aquades mudah melarutkan senyawa organik yang memiliki gugus fungsional polar berupa gula, alkohol, aldehida dan keton (Putri dkk., 2021). Aquades selain sebagai pelarut dalam laboratorium dapat juga digunakan pada industri elektronik dan baterai (Ali, 2024).

2.2.5 Etanol

Etanol atau alkohol murni merupakan cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tak berwarna yang paling sering digunakan. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH . Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia. Contoh penggunaan etanol adalah parfum, pewarna makanan, dan obat-obatan (Sitoresmi, 2021).

Etanol memiliki sifat kimia dapat bereaksi dengan asam membentuk ester sehingga dimanfaatkan untuk membuat minuman beralkohol karena bakteri mampu mengoksidasi menjadi asam asetat ketika dalam proses fermentasi. Etanol merupakan senyawa polar yang mudah bereaksi dengan senyawa non polar seperti lemak dan minyak. Etanol memiliki aroma khas, mudah larut dalam air, mudah larut dalam pelarut organik dengan titik didih $78,4^{\circ}C$ dan titik leleh $-114,1^{\circ}C$. Etanol termasuk obat psokoaktif yang tidak beracun, tetapi jika digunakan dalam jumlah besar akan membuat mabuk (Rakhman, 2023).

2.2.6 Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen glikol (PEG) dengan rumus kimia $C_2H_6O_2$ termasuk kelompok polimer sintetik yang larut dalam air. PEG bersifat tidak beracun, *hidrofilik*, *fleksibilitas* yang tinggi, dan *biokompatibilitas* (Rachmawati dkk., 2020). Dalam pembuatan tinta PEG digunakan sebagai pelepas sebab PEG

menghasilkan minyak yang menjadikan tinta mudah dihapus (Assifa & Haryanto, 2020).

Karakteristik polietilen glikol (PEG) secara umum yaitu: tidak beracun, tidak berbau, tidak berwarna, tidak menguap, dan lembam. Sifat polietilen glikol (PEG) yang tidak beracun menjadikan PEG cocok untuk berbagai aplikasi. Pengaplikasian PEG secara umum adalah dalam bidang farmasi, pelumas dalam kosmetik, dan agen pengikat untuk mempertahankan bentuk dan struktur produk. Bentuk dari polietilen glikol (PEG) bergantung pada berat molekulnya. polietilen glikol (PEG) dengan berat molekul rendah berbentuk cairan buram, PEG dengan berat molekul sedang berbentuk semipadat. Sedangkan, PEG dengan berat molekul tinggi berbentuk kristal putih (Anwar, 2024).

2.2.7 Pengujian Kualitas Tinta

2.2.7.1 Uji Densitas

Densitas atau massa jenis yaitu pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa jenis volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa jenis dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (Landi & Arijanto, 2017).

Densitas dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis zat. Satuan dari massa jenis sesuai standar internasional yaitu kg/m^3 . Uji densitas pada tinta dilakukan untuk mengetahui penyebab besar kecilnya nilai densitas yang bergantung pada banyaknya pigmen di tinta. Jumlah bahan dasar dan temperatur dapat memengaruhi kerapatan tinta. Nilai densitas dihasilkan menggunakan rumus berikut: $\rho = \frac{\text{Massa tinta (gram)}}{\text{Volume tinta (ml)}}$. Nilai kerapatan tinta sesuai dengan standar tinta SNI 06-1567-1999 ialah $0,9 - 1 \text{ g/cm}^3$ (Wulandari & Masthura, 2023).

2.2.7.2 Uji Viskositas

Viskositas (kekentalan) menunjukkan kecepatan mengalirnya suatu cairan. Suatu fluida dapat diketahui nilai kekentalan berdasarkan koefisien kekentalan fluida tersebut (Wulandari & Masthura, 2023). Viskositas merupakan besaran yang menyatakan tahanan dari cairan untuk mengalir. Semakin besar nilai viskositas maka cairan sukar untuk mengalir. Perubahan temperatur dapat mempengaruhi viskositas, dimana viskositas suatu cairan akan menurun jika temperatur dinaikkan (Pratama dkk., 2022).

Viskositas zat cair adalah tingkat kekentalan zat cair akibat gesekan yang ditimbulkan oleh bagian zat cair yang bergerak. Semakin kental zat cair maka semakin lambat atau susah bergerak di dalamnya. Sebaliknya, semakin encer zat cair semakin cepat benda bergerak di dalamnya. Viskositas zat cair juga dapat dikatakan sebagai derajat atau koefisien kekentalan suatu zat cair. Satuan standar internasional dari kekentalan yaitu Pascal sekon (Pa.s) atau dapat juga ditulis Ns/m^2 . Sedangkan jika dikonversi dalam *centimeter gram second* (CGS), maka satuannya adalah Poise (P). Nilai viskositas dapat dihitung dengan rumus berikut: $n = n_0 \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}$ (Habiburrohman & Fauzi, 2020).

2.2.7.3 Uji Waktu Kering

Uji waktu kering adalah waktu yang dibutuhkan oleh tinta agar mengering sempurna di atas permukaan kertas. Metode pengujian tinta yaitu dengan memanfaatkan proses absorpsi dan oksidasi tanpa bantuan alat pengering. Pada uji ini alat yang dibutuhkan yaitu *stopwatch* (Kusbani dkk., 2021).

2.2.7.4 Uji Pigmen

Pigmen dapat berupa senyawa organik maupun anorganik. Pigmen organik umumnya berbahan minyak bumi dengan bahan aktif berstruktur naftalen, benzena atau toluen. Pigmen organik berbahan dasar logam dalam bentuk oksida, kromat, sulfida, molibat atau karbonat (Kusbani dkk., 2021).

Pigmen berfungsi memberikan warna pada tinta. Pigmen tinta yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh nilai densitas dan viskositas. Semakin besar densitas dan viskositas tinta, maka pigmen tinta yang dihasilkan juga akan semakin pekat (Rahayu & Fatimah, 2021).