**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

* 1. **Tinta Spidol *Whiteboard***

Terdapat beberapa definisi tentang tinta, salah satu yang paling sederhana yaitu tinta merupakan cairan yang mengandung pewarna (pigmen) yang digunakan untuk mewarnai suatu permukaan. Secara kimia, tinta diartikan sebagai sistem koloid dari partikel pigmen yang sangat halus menyebar dalam pelarut (solvent). Pigmen dapat berwarna dan pelarutnya dapat berupa air atau dari bahan organik (*volatile organic compound*).

Menurut Lichtenberger (2004), dan Adhi dan Sebastianus (2013), secara umum komponen tinta terdiri atas tiga kelompok, yaitu [14], [15]:

1. Bahan Pewarna atau Pigmen

Pewarna dapat diartikan sebagai suatu zat yang digunakan untuk memberi warna pada tekstil, kertas, kulit dan bahan-bahan lain. Pewarna pada tinta dapat berupa zat warna atau pigmen. Pigmen diklasifikasikan sebagai pigmen organik, pigmen anorganik, logam, *florescent*, *pearlescent*, dll. yang semuanya tidak larut dalam zat pembawa, sedangkan zat warna larut dalam zat pembawa. Pigmen biasa digunakan dalam banyak aplikasi percetakan, sedangkan zat warna lebih umum digunakan pada tinta berbasis air contohnya pada pena, namun ada juga pena yang mengunakan pigmen dan zat warna. Pigmen organik biasa digunakan untuk tinta warna, contohnya pigmen *phtalocyanine* pada tinta hijau dan biru, dan pigmen *azo* pada tinta merah dan kuning. Contoh pigmen anorganik yaitu titanium dioksida yang digunakan dalam tinta putih, dan karbon hitam yang digunakan untuk membuat tinta hitam[14].

1. Zat Pengikat atau Varnish

Zat pengikat atau disebut juga varnish (pembawa pigmen) merupakan media untuk mengikat pigmen dan bahan lainnya sehingga dapat tercampur dengan baik membentuk suspensi tinta. Zat pengikat tinta biasanya terdiri dari pelarut, resin dan minyak pengering.

Pelarut adalah zat yang melarutkan zat terlarut. Pada tinta, pelarut berfungsi untuk melarutkan bahan penyusun tinta lainnya seperti pewarna atau pigmen dan resin. Pelarut merupakan komposisi yang penting pada tinta spidol. Spidol tidak akan berfungsi tanpa pelarut untuk melarutkan dan mengangkut pewarna tinta dan resin tinta melalui *spons.* Pelarut tinta harus non-polar untuk melarutkan pewarna dan resin yang non-polar, dan sebaliknya pelarut tinta harus polar untuk melarutkan pewarna dan resin polar. Setelah tinta cair diaplikasikan ke media tulis, pelarut secara otomatis menguap ke udara, hanya menyisakan pewarna dan resin.

Resin merupakan senyawa organik atau campuran berbagai senyawa polimer alam yang berbentuk padat atau semi padat. Polimer seperti lem, resin tinta memastikan bahwa pewarna tinta menempel ke kertas atau media tulis lain begitu pelarut menguap. Jika tinta hanya pewarna dan pelarut, pewarna akan berubah menjadi debu dan jatuh dari kertas segera setelah pelarut kering atau menguap. Resin bisa dapat diperoleh dari alam atau terbentuk secara alami dari penyadapan getah tumbuhan, seperti pohon pinus atau pohon acacia yang biasa disebut gum arab.

1. Zat Aditif

Zat aditif merupakan zat yang ditambahkan untuk menyesuaikan atau menambah sifat tinta agar meningkatkan kinerjanya. Tinta dapat mengandung zat aditif seperti lilin, *plasticizer,* agen penghilang busa, pengering dll. Zat aditif tersebut berfungsi sebagai zat penstabil untuk penyebaran pigmen, zat pembasah, dan untuk menghindari masalah pembentukan busa didalam tinta [16].

Saat ini, terdapat dua jenis tinta spidol yang beredar yaitu spidol non-permanen dan spidol permanen. Spidol non-permanen disebut *“dry erase marker”* yang berarti bisa dihapus pada saat kondisi kering. Spidol *non-*permanenmenggunakan tinta yang mudah dihapus dengan penghapus papan tulis, kain atau tisu. Spidol ini umumnya digunakan di papan tulis untuk pengajaran di sekolah, perguruan tinggi maupun kantor. Sedangkan spidol permanen merupakan spidol yang menggunakan tinta khusus yang sulit dihapus dengan penghapus biasa. Perbedaan terbesar antara spidol permanen dan non-permanen terletak pada resin tinta. Resin dalam tinta merupakan salah satu komponen zat pengikat pewarna (pigmen) agar dapat bercampur dengan bahan lain. Pada spidol permanen, resin cenderung sangat non-polar dan tidak larut dalam air sama sekali. Untuk menghapus tinta spidol permanen dibutuhkan tekanan yang sangat tinggi, atau dapat menggunakan pelarut non polar seperti aseton. Sebaliknya, spidol non-permanen menggunakan resin tinta yang mudah larut dalam air. Tinta spidol permanen terdiri dari pelarut utama, gliserida, pirolidon, resin dan pigmen pewarna tertentu yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu, tinta spidol permanen bersifat tahan air [13].

Seperti tinta lainnya, tinta spidol *whiteboard* dibuat dengan sifat dan karakteristik tertentu sesuai dengan aplikasinya. Sifat-sifat tinta disesuaikan dengan media atau permukaan tempat tinta diaplikasikan, lingkungan dan warna tinta. Berikut ini beberapa sifat dan karakteristik yang harus dimiliki oleh tinta [14], [17]:

1. Massa Jenis

Massa jenis didefinikan sebagai berat per satuan volume suatu zat. Massa jenis merupakan perbandingan antara massa dan volume suatu zat. Semakin besar volume dan massa dari suatu zat, semakin besar massa jenisnya. Begitupun sebaliknya, semakin kecil volume dan massa maka masa jenisnya semakin kecil pula. Massa jenis dipengaruhi oleh jenis dan jumlah bahan baku dan juga dipengaruhi oleh suhu. Nilai massa jenis tinta yang besar disebabkan oleh jumlah pigmen dalam tinta. Massa jenis tinta akan berpengaruh terhadap penggunaan tinta spidol. Pada proses pengaplikasian, busa atau serat wol dalam spidol tidak dapat mengalirkan atau mentransfer tinta dengan kerapatan pigmen yang besar [18]. Nilai massa jenis tinta berdasarkan Standar Nasional Indonesia yaitu sebesar 1.0 g/cm3 [19].

Massa jenis zat dapat dihitung dengan membandingkan massa zat (benda) dengan volumenya. Didalam bukunya, Tippler mengemukaan bahwa massa jenis suatu benda adalah massa benda itu dibagi dengan volumenya. Secara matematis dapat dituliskan [20]:

(2.1)

Dimana , *ρ* : kerapatan (gr/cm3)

m : massa (gr)

v : volume (cm3)

Untuk menentukan massa jenis zat cair, dapat dilakukan mengukur volume dengan menggunakan piknometer dan mengukur massa zat cair dengan menghitung selisih massa pikometer sebelum diisi zat cair dan setelah diisi zat cair. Selisih massa tersebut adalah massa zat cairnya. Untuk mengukur massa zat cair dapat menggunakan neraca analitik atau yang lainnya [21].

Piknometer adalah alat berupa wadah yang biasa digunakan untuk menentukan massa jenis (*density*) dari suatu zat cair atau fluida. Piknometer terbuat dari bahan kaca dan berbentuk mirip Erlenmeyer dan bertutup. Piknometer memiliki volume spesifik dan pada penggunaannya sering dilengkapi dengan termometer untuk menunjukkan suhu zat yang terkandung.

Berikut ini gambar dari piknometer :



**Gambar 2.1** Piknometer ([*www.google.com*](http://www.google.com))

Penentuan massa jenis dapat dilakukan dengan cara menimbang piknometer kosong yang telah dibersihkan dan dikeringkan. Kemudian, memasukkan zat cair atau sampel kedalam piknometer hingga ruang piknometer terpenuhi lalu pasang tutup piknometer dan pastikan tidak ada ruang kosong atau udara didalam piknometer. Setelah itu timbang piknometer berisi zat cair dan hitung selisihnya dengan massa dari piknometer kosong untuk mengetahui massa zat. Jika massa zat telah diketahui, massa jenis zat cair dapat ditentukan dengan perhitungan matematis sebagai berikut [22]:

(2.2)

1. Kekentalan (Viskositas)

Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Viskositas menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan. Suatu jenis larutan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya larutan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Kekentalan yang dimilki setiap zat berbeda-beda, hal ini bergantung pada konsentrasi dari zat terlarut dalam cair atau fluida tersebut [23].

Kekentalan adalah sifat suatu zat cair disebabkan adanya gesekan antara molekul-molekul zat cair dengan gaya kohesi pada zat cair tersebut. Gesekan-gesekan inilah yang menghambat aliran zat cair. Besarnya kekentalan suatu zat cair (viskositas) dinyatakan dengan suatu bilangan yang menentukan kekentalan suatu zat cair [24]. Kekentalan suatu zat dapat diukur menggunakan alat viskometer dengan satuan *poise* (P).

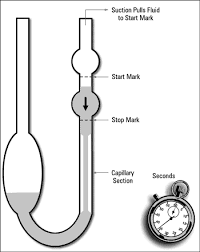
Viskometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur viskositas atau kekentalan suatu larutan. Kebanyakan viskometer mengukur kecepatan dari suatu cairan mengalir melalui pipa gelas (gelas kapiler), bila cairan itu mengalir cepat maka viskositas cairan itu rendah (misalnya air) dan bila cairan itu mengalir lambat maka dikatakan viskositasnya tinggi (misalnya madu). Viskositas dapat diukur dengan mengukur laju aliran cairan yang melalui tabung berbentuk silinder [24]. Waktu alir tinta menurut Standar Nasional Indonesia nomor 06-1567-1999 tentang tinta adalah sebesar 11 detik.

Pada penelitian ini metode pengukuran viskositas didasarkan hukum Poiseuille yang pada pengukurannya menggunakan viskometer Ostwald. Cara menentukannya dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan cairan untuk mengalir dalam pipa kapiler dari titik batas atas ke titik batas bawah [16].

Berikut ini gambar dari viskometer Ostwald :

B

A



**Gambar 2.2** Viskometer ([*www.google.com*](http://www.google.com))

Berdasarkan gambar di atas, penggunaan alat viskometer *ostwald* yaitu dengan cara cairan yang akan diukur viskositasnya dimasukkan ke dalam viskometer ostwald melalui tabung A. Cairan diisap dengan pompa ke tabung B, hingga permukaan cairan melewati batas atas (start mark). Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan cairan mengalir dari batas atas hingga melewati batas bawah menggunakan stopwatch [16]. Sehingga, viskositas cairan ditetapkan dengan cara membandingkan dengan cairan yang viskositasnya telah diketahui, contohnya akuades.

Secara matematis, untuk mencari nilai viskositas digunakan persamaan (2.3) sebagai berikut:

(2.3)

Jadi, jika viskositas dan kerapatan pembanding diketahui, maka viskositas zat cair dapat diketahui dengan mengukur waktu yang diperlukan kedua cairan untuk mengalir dengan menggunakan alat yang sama [25].

1. Waktu Kering dan Daya Hapus Tinta

Waktu kering tinta adalah waktu yang dibutuhkan tinta untuk membentuk permukaan yang *tack-free* setelah diterapkan pada media [26]. *Tack-free* mengacu pada kondisi lapisan tinta telah benar-benar kering dengan sedikit atau tidak ada kelembaban tersisa setelah aplikasi pada permukaan media. Waktu kering tinta adalah periode dimana tinta yang diaplikasikan tidak lagi mudah rusak atau tahan terhadap kerusakan dengan sentuhan atau kontak permukaan [27]. Mengetahui waktu kering tinta sangat berguna karena ini dapat mempengaruhi fungsi tinta, contohnya ketika tinta memiliki waktu kering yang lama maka dapat mengotori *whiteboard* ketika tinta dihapus.

Pengujian waktu kering tinta dapat dilakukan dengan mengitung waktu yang diperlukan permukaan tinta mencapai titik *tack-free*, yaitu ketika tidak ada lagi yang menempel pada jari ketika disentuh dan tidak rusak ketika permukaan tinta digosok [27].

Daya hapus tinta yaitu kemampuan lapisan tinta untuk tidak meninggalkan bekas tinta atau mengotori permukaan media papan tulis ketika tinta dihapus. Tinta spidol *whiteboard* yang baik adalah tinta spidol yang cepat kering namun tetap mudah untuk dihapus [11].

1. Kadar *Volatile Organic Compound* (VOC)

Pada Tinta, VOC biasa digunakan sebagai zat pengikat tinta dan zat aditif. VOC adalah komponen tinta yang akan terlepas ke udara saat tinta mengering yang biasanya dapat ditandai dengan adanya aroma. Sebagian besar aroma atau bau dari tinta berasal dari VOC. Beberapa VOC berbahaya bagi kesehatan manusia atau membahayakan lingkungan. VOC yang berbahaya biasanya tidak sepenuhnya beracun, tetapi memiliki efek kesehatan jangka panjang yang semakin bertambah. Efek jangka panjangnya kurang pasti, tetapi menurut Badan Perlindungan Lingkungan A.S beberapa VOC dinyatakan sebagai karsinogen [28]. Berdasarkan hal tersebut, komponen kimia tinta dari jenis VOC menjadi salah satu sifat dari tinta yang perlu diketahui.

The Hong Kong Green Label Scheme (HKGLS) yang merupakan lembaga yang bergerak dibidang identifikasi produk yang ramah lingkungan, membatasi kandungan total kadar VOC dalam tinta berbasis pelarut dibawah 50% dari massa sedangkan tinta berbasis air/oli yaitu dibawah 5% dari massa [29].

Dampak lingkungan dari tinta yaitu kemungkinan pelepasan senyawa organik yang mudah menguap (VOC) dari pelarut yang mudah menguap atau minyak mineral, logam berat yang terkandung dalam pigmen, zat-zat aditif atau zat berbahaya selama pembuatan tinta, pengaplikasian/penggunaan, dan pembuangannya [30].

* 1. **Ampas Tebu**

Ampas tebu merupakan limbah dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya. Ketersediaan ampas tebu di Indonesia cukup melimpah sejalan dengan banyaknya pabrik gula tebu, baik yang dikelola oleh negara (PT Perkebunan Nusantara/PTPN) maupun swasta. Data P3GI 2017 menunjukkan terdapat 48 pabrik gula milik BUMN dan 17 pabrik gula milik swasta dengan jumlah tebu yang digiling sebanyak 33 juta ton per tahun. Dari jumlah tebu yang digiling tersebut, ampas tebu yang dihasikan sebesar 10 juta ton [3], [31]. Sekitar 50% ampas tebu yang dihasilkan setiap pabrik gula dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler dan sisanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Penimbunan ampas tebu dalam waktu tertentu akan menimbulkan permasalahan, karena bahan ini mudah terbakar, mencemari lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang luas untuk penyimpanannya [5].

Ampas tebu merupakan sumber komponen organik berlimpah di alam. Secara umum ampas tebu terdiri dari selulosa (41,0-55,0 %), hemiselulosa (20,0-27,5 %), lignin (18,0 -26,3 %) dan lainnya (7,0 %). Kandungan-kandungan tersebut merupakan turunan hidrokarbon yang berpotensi untuk diubah menjadi karbon hitam [32].

* 1. **Arang atau Karbon Hitam**

Arang atau karbon hitam merupakan hasil pembakaran tanpa oksigen (karbonisasi) yang berupa residu padat hitam dan berpori, dihasilkan melalui penguraian bahan organik dengan menghilangkan kandungan air dan komponen *volatile* [33]. Arang atau karbon hitam adalah residu berwarna hitam yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan bahan yang mengandung karbon seperti kayu, gula, tulang, dan benda lain.

* 1. ***Instrumen Fourier Transform Infrared* (FTIR)**

Spektroskopi FTIR merupakan salah satu teknik spektroskopi inframerah yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsi suatu sampel. Spektroskopi inframerah jenis ini dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Metode yang digunakan pada FTIR adalah metode absorpsi, yaitu metode didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Absorbsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yaitu kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi [34]. FTIR dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sampel dalam bentuk cairan, larutan, pasta, bubuk, film serat dan gas. FTIR biasa digunakan karena relatif cepat, akurat dan sensitif [35].

Spektroskopi inframerah pada umumnya digunakan untuk [36] :

* 1. Menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik.
  2. Mengetahui informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya.

Energi yang dihasilkan sinar inframerah akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Energi yang terlibat pada vibrasi terkait dengan panjang ikatan dan massa atom-atom yang saling berikatan. Hal ini berarti bahwa setiap ikatan yang berbeda akan tervibrasi dengan cara yang berbeda dan jumlah energi yang berbeda pula [36].

Identifikasi setiap absorbsi ikatan yang khas dari setiap gugus fungsi merupakan basis dari interpretasi spektrum inframerah [36]. Pengukuran spektrum inframerah dilakukan pada bilangan gelombang 4000-400 cm-1. Spektrum IR dibagi menjadi tiga daerah pita serapan, yaitu wilayah ikatan tunggal (2500-4000 cm-1), wilayah rangkap tiga (2000-2500 cm-1), wilayah ikatan rangkap (1500-2000 cm-1), dan wilayah sidik jari (600-1500 cm-1) [35].

Berikut daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan :

Tabel 2.1 Daftar Bilangan Gelombang Berbagai Ikatan

|  |  |
| --- | --- |
| **Bilangan gelombang (cm-1)** | **Jenis Ikatan** |
| 3700-3000 | O–H, N–H |
| 3000-2700 | –CH3, –CH2, C–H aldehid |
| 2400-2100 | –C≡C, C≡N |
| 1900-1650 | C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida |
| 1675-1500 | C=C (aromatik dan alifatik), C=N |
| 1475-1300 | C–H |
| 1000-650 | C=C–H, Ar-H |