

UJI KARAKTERISTIK TINTA SPIDOL WHITEBOARD BERBAHAN KARBON TEMPURUNG KELAPA DENGAN VARIASI GUM ARAB

Sri Wulandari*, Masthura

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

e-mail*: wulandari7474@gmail.com

Diterima 22 Juni 2023

Disetujui 30 Agustus 2023

Dipublikasikan 20 September 2023

<https://doi.org/10.33369/jkf.6.2.119-124>

ABSTRAK

Tempurung kelapa ialah endokarp buah kelapa yang merupakan limbah dari kelapa. Contoh produk olahan tempurung kelapa yang terkenal merupakan karbon aktif. Pada tempurung kelapa mengandung senyawa kimia selulosa (34%) sehingga dapat menghasilkan karbon dengan pigmen berwarna hitam jika dipanaskan. Pigmen ini dapat dijadikan bahan utama penyusun tinta spidol yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi massa sampel karbon tempurung kelapa dan gum arab terhadap karakteristik tinta spidol whiteboard. Di bawah penelitian ini ada dua tahapan diawali dengan proses pembuatan karbon tempurung kelapa. Dan pada tahap kedua, tinta diuji karakteristiknya yaitu uji densitas, uji viskositas, uji pH dan uji pigmen tinta. Variasi sampel karbon tempurung kelapa dan gum arab yaitu sampel A (5 g : 5 g), B (7 g : 7 g), C (9 g : 9 g). Hasil penelitian mendapatkan pengaruh dari variasi karbon tempurung kelapa dan gum arab yaitu nilai densitas dan viskositas mengalami kenaikan dan pH mengalami penurunan serta mendapatkan tinta optimum pada sampel C (9 g : 9 g) yaitu mempunyai nilai densitas 1,0722 gr/cm³, nilai viskositas 3,4844 poise, nilai pH 8,39 yang bersifat basa serta menghasilkan warna hitam pekat.

Kata kunci : Karbon Tempurung Kelapa, Pigmen, Tinta Spidol

ABSTRACT

The coconut shell is the endocarp of the coconut fruit which is the waste of the coconut. An example of a well-known coconut shell processed product is activated carbon. The coconut shell contains the chemical compound cellulose (34%) so it can produce carbon with a black pigment when heated. This pigment can be used as the main ingredient for eco-friendly marker ink. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the mass of coconut shell carbon samples and Arabic gum on the characteristics of whiteboard marker inks. Under this research, two stages begin with the process of making coconut shell carbon. In the second stage, the characteristics of the ink were tested, namely the density test, viscosity test, pH test and ink pigment test. Variations in the samples of coconut shell carbon and gum arabic are samples A (5 g : 5 g), B (7 g : 7 g), C (9 g : 9 g). The results of the study were influenced by variations in coconut shell carbon and gum Arabic, namely the density and viscosity values increased and the pH decreased and obtained the optimum ink in sample C (9 g : 9 g), which had a density value of 1.0722 gr/cm³, viscosity value 3.4844 poise, a pH value of 8.39 which is alkaline and produces a deep black color

Keywords : Coconut Shell Carbon, Pigment, Marker Ink

I. PENDAHULUAN

Spidol *whiteboard* merupakan salah satu alat tulis yang banyak digunakan pada dunia pendidikan. Contoh keutamaan pada spidol *whiteboard* ialah pemakaiannya yang efisien karena bisa diisi ulang yaitu tinta. Adapun unsur utama dalam pigmen warna hitam di tinta berupa senyawa karbon yang berasal dari bahan *Volatile Organic Compound* (VOC) pada zat kimia *Xylene*. Penggunaan *xylene* mempunyai dampak ringan yakni bisa menghambat pernapasan, pusing, sakit kepala, serta kehilangan memori jangka pendek. Juga adanya dampak berat bisa merusak otak permanen serta kerusakan hati, ginjal, ataupun sistem saraf pusat (1).

Tinta mempunyai beberapa unsur penyusun yakni bahan pewarna, zat pengikat (*varnish*) dan zat aditif. Adapun dua jenis bahan perwarna yakni pigmen dan zat warna dai. Pigmen ada dua jenis yakni pigmen organik dan anorganik. Pigmen memerlukan interupsi yang berguna menjadi pengikat yang

berwujud larutan ataupun cairan. Wujud pada pigmen yakni partikel padat yang mempunyai kehalusan spesifik cocok di teknik cetak yang dipakai. Pigmen berguna dalam memberikan warna di tinta juga memberikan lapisan warna di latar hasil print (2). Tinta spidol biasanya berwarna hitam yang memiliki kandungan karbon. Adapun beberapa unsur alam di sekeliling kita yang dapat dijadikan bahan utama penyusunan tinta spidol juga mempunyai nilai ekonomis (3). Contohnya seperti olahan tempurung kelapa. Tinta spidol *whiteboard* yang baik ialah tinta spidol yang cepat kering serta mempunyai warna hitam pekat (4).

Limbah tempurung kelapa di Indonesia lebih kurang sebanyak 360 ribu ton per tahunnya. Pada saat yang sama, penggunaan limbah tempurung kelapa masih sangat sedikit. Tempurung kelapa susah diuraikan oleh mikroorganisme, walaupun termasuk jenis limbah organik. Adapun pemanfaatan limbah tempurung kelapa yakni sebagai bahan bakar secara langsung namun bisa mencemari polusi udara. Hal ini disebabkan oleh hasil pembakaran banyak mengandung zat volatil (5).

Salah satu produk dari tempurung kelapa yaitu karbon aktif, dengan kandungan karbon sebesar 74,3%. Jadi kualitas pada tempurung kelapa dapat dipercaya. Adapun sejumlah senyawa kimia yang tersimpan pada tempurung kelapa yakni selulosa (34%), lignin (27%), hemiselulosa (21%) serta (6). Selulosa bila dipanaskan pada temperatur yang tinggi bisa menghasilkan karbon yang mempunyai pigmen warna hitam serta dapat dipakai untuk bahan utama penyusun tinta (Siti dan Rahayu, 2021). Karena posisi tinta yang begitu esensial ini membuat banyak cara seperti tinta yang aman dan ramah lingkungan, salah satunya yaitu dari bahan karbon tempurung kelapa (1).

Kualitas hasil coretan tinta dipengaruhi oleh kerapatan (densitas), viskositas, dan pH dari tinta. Kerapatan tinta yang besar mempengaruhi pemakaian tinta di waktu pengaplikasian. Jika nilai kerapatan tinta besar maka tinta bisa kering dengan cepat serta bisa mengakibatkan pengumpulan tinta spidol hingga terbentuk penghambatan. kekentalan tinta bisa mempengaruhi aliran tinta diawali dari spidol sampai di latar permukaan *print* (kertas) (7) .

Untuk membuat spidol berwarna pekat dan mengental maka diperlukan gum arab. Gum arab berupa bahan perekat atau resin alamiah asal getah pohon akasia. Kekentalan suatu spidol bergantung terhadap gum arab yang digunakan, semakin banyak massa gum arab yang dipakai maka tinta semakin mengental. semakin banyak gum arab yang mengikat pigmen hingga densitas/kerapatan tinta semakin naik (kental) begitupun sebaliknya. Gum arab berupa *gelling agent* (bahan pengental) dari alam yang bisa menaikkan stabilitas serta viskositas (4).

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, memperoleh hasil bahwa karbon tempurung kelapa dapat diproduksi jadi bahan dasar penyusun tinta spidol *whiteboard* yang ramah lingkungan. penelitian ini memvariasikan karbon yakni 15 g, 20 g, 25 g, 30 g serta 35 g di 100 ml larutan. Proses pembuatan tinta spidol *whiteboard* mencakup karbonisasi tempurung kelapa, kemudian karbon dihaluskan serta diayak memakai ayakan 100 mesh. Serbuk karbon digabungkan pada 5 gram gum arab, 15 ml Polietilen glikol (PEG), 50 ml aquades serta 35 ml alkohol 70%, diaduk sampai homogen hingga hasil optimal yang didapat pada penelitian ini adalah tinta karbon ampas tebu dengan hasil karbon 35 g dengan densitas $1,2206 \text{ g/cm}_3$, viskositas 2,568 cP, pH 9,967 dan memiliki pigmen warna hitam yang cukup pekat (8).

Pada penelitian sebelumnya, digunakan karbon limbah kulit cempedak dan ekstrak buah karamunting serta variasi gum arab sebanyak 3g, 5g, dan 7g. Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan tinta spidol yakni dengan bahan variasi karbon tempurung kelapa dan gum arab yakni 5g, 7g dan 9g dengan perbandingan 1:1 dalam 100 ml larutan. Dari setiap variasinya diuji karakteristiknya yaitu nilai densitas (kerapatan), nilai viskositas (kekentalan) dan kadar pH, serta pengaplikasian tinta yakni uji pigmen warna tinta yang dihasilkan. Juga diharapkan penelitian ini bisa memperoleh tinta yang baik.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai 09 Maret 2023 sampai 24 Maret 2023 yang dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Dasar Universitas Sumatera Utara (LIDA USU). Dalam penelitian ini ada dua tahapan diawali dengan proses pembuatan karbon tempurung kelapa. Tempurung kelapa kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 7 hari lalu dikarbonisasi menggunakan furnace dengan

temperatur 400°C selama 2 jam. Karbon tempurung kelapa dihaluskan lalu diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Kemudian mencampurkan seluruh bahan kedalam gelas beaker. Berikut Tabel. 1 merupakan komposisi bahan tinta.

Tabel 1. Komposisi Tinta

Sampel	Karbon	Gum arab	Alkohol	PEG	Aquades
A	5 g	5 g	35 ml	15 ml	50 ml
B	7 g	7 g	35 ml	15 ml	50 ml
C	9 g	9 g	35 ml	15 ml	50 ml

Setelah semua sudah tercampur kemudian di *strirrer* di atas *hot plate* hingga homogen dengan kecepatan pengadukan 1000 rpm selama 1 jam. Pada tahap kedua, tinta diuji karakteristiknya yaitu uji densitas, uji viskositas, pH dan uji pigmen tinta.

2.1 Uji Densitas

Banyaknya bahan dasar dan temperatur dapat mempengaruhi Kerapatan tinta. Kerapatan dapat mempengaruhi pemakaian tinta di tahap pencetakan. Penyebab dari besarnya nilai densitas tergantung pada banyaknya pigmen di tinta. Perbedaan kerapatan yang sangat besar bisa menjadikan lapisan-lapisan tinta. Jika kerapatan tinta rendah bisa mengembang, namun jika kerapatan tinta tinggi bisa mengendap. Ketetapan nilai kerapatan tinta cetak ialah 1 gcm³ (9).

Semakin besar volume serta massa suatu zat, kian besar kerapatannya. Begitupula sebaliknya. Kebanyakan zat padat serta cair mengembang jika dipanaskan juga menyusut jika dipengaruhi penaikan tekanan luar dengan cara matematis bisa digunakan pada persamaan 1:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dimana ρ adalah kerapatan (gram/cm³), m adalah massa (gram), dan V adalah volume (cm³).

Dalam memastikan volume benda bisa dicari memakai beragam cara sinkron dari wujud bendanya. Buat benda yang beraturan wujudnya bisa dicari memakai rumus yang sinkron. Namun buat benda tidak beraturan, perhitungan volume dicari memakai cara memasukkan benda tersebut ke gelas ukur yang diisi dengan air pada volume eksklusif, lalu diamati perbedaan volumenya. Perbedaan volumenya ialah volume benda yang dimasukkan ke dalam gelas ukur. Seusai itu bisa dihitung nilai massa jenis benda (7).

2.2 Uji Viskositas (Kekentalan)

Viskositas (Kekentalan) berupa nilai kekentalan dari cairan atau fluida. Kekentalan yakni sifat cairan yang berpengaruh pada hambatan buat mengalir. Viskositas menunjukkan kecepatan mengalirnya dari cairan (7).

Suatu fluida bisa terlihat nilai kekentalan berlandaskan koefisien kekentalan fluida tersebut. Koefisien viskositas ialah hambatan di aliran cairan. Koefisien viskositas bisa dicari memakai persamaan.2, Poiseuille:(10).

$$\eta = \frac{\pi Pr^4 t}{8VL} \quad (2)$$

dimana η adalah koefisien viskositas (poise), r adalah jari-jari pipa (cm), t adalah waktu (s), V adalah volume (ml), L adalah panjang pipa (cm), dan P adalah tekanan (dyne/cm²).

Mencari viskositas suatu zat memakai alat viskometer. Viskositas yang dipakai sebagai penentuan viskositas cairan ialah metode ostwald. Metode ini dicari berlandaskan hukum Poiseuille menggunakan viskometer Ostwald (11).

2.3 Uji pH

Uji pH tinta bertujuan untuk melihat nilai pH dari tinta yang bersifat asam atau basa. Tinta yang sempurna yaitu mempunyai pH netral sampai basa, hal ini dikarenakan tinta yang asam dapat bersifat korosif. Kisaran pH yang sempurna untuk tinta ialah netral sampai basa.

Untuk mengukur pH pada sampel, dinyalakan pH meter dengan ditekan tombol on pada pH meter dan dikalibrasikan menggunakan aquades setelah itu siapkan wadah dan celupkan pH meter yang di isi dengan sampel tinta untuk di uji, setelah itu amati skala yang ditunjukkan oleh display sampai angka digital stabil. Diulang tiga kali pengujian pada setiap sampel untuk mendapatkan hasil yang optimal.

2.4 Uji Kualitas Pigmen

Uji kualitas warna tinta dilakukan dengan membuat coretan tinta di atas kertas putih polos atau papan tulis *whiteboard*, agar bisa membedakan hasil pigmen tinta di tiap-tiap variasi konsentrasi massa karbon dan gum arab. Nilai densitas dan viskositas mempunyai pengaruh dengan pigmen tinta yang didapatkan. Jika nilai densitas dan viskositas tinta semakin tinggi hingga akan menghasilkan pigmen tinta yang pekat (8).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

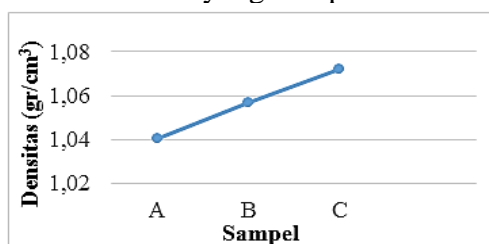
penelitian ini mendapatkan hasil karakteristik pigmen tinta spidol pada setiap variasi konsentrasi massa karbon dan gum arab. Tabel 2 merupakan hasil uji densitas, viskositas, pH, dan pigmen pada tinta.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Tinta Spidol

Sampel	Nilai Densitas (g/cm^3)	Nilai Viskositas (cP)	Nilai pH	Hasil Pigmen
A	1,0404	1,8675	8,42	Kurang Pekat
B	1,0568	2,3556	8,39	Lebih Pekat
C	1,0722	3,4844	8,28	Lebih Pekat
Standar Nilai	$1,0 g/cm^3$	1,12 cP – 2,568 cP	7 - 10	

3.1 Nilai Densitas

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 2, didapatkan nilai densitas sampel A yakni $1,0404 g/cm^3$, sampel B yakni $1,0568 g/cm^3$ serta sampel C $1,0722 g/cm^3$. Nilai yang didapatkan sesuai dengan ketentuan nilai densitas di Standar Nasional Indonesia mengenai tinta cap yakni minimal $1,0 g/cm^3$. Di bawah ini berupa grafik densitas tinta yang didapatkan :

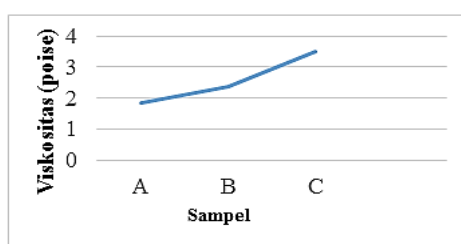


Gambar 1. Grafik Uji Densitas

Gambar 1, tampak grafik nilai massa jenis tinta meningkat dari variasi karbon dan gum arab pada tinta. Berdasarkan grafik pada gambar. 1 menampakkan bahwa semakin besar massa karbon yang ada pada variasi tinta maka nilai kerapatannya kian meningkat. Kerapatan tinta akan mempengaruhi kualitas dan hasil torehan yang didapat semakin bagus karena partikel-partikel di tinta saling terikat. Hasil ini cocok dengan (4) Berdasarkan grafik diatas menampakkan bahwasanya kian besar massa arang tempurung kelapa dan gum arab yang ada pada variasi tinta maka nilai kerapatannya kian meningkat. Hal ini dikarenakan Konsentrasi arang tempurung kelapa dan gum arab 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 bisa meningkatkan densitas. Kerapatan tinta juga akan mempengaruhi kualitas dan hasil torehan yang didapat kian bagus sebab partikel-partikel di tinta saling terikat.

3.2 Nilai Viskositas

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 2, didapatkan nilai viskositas tinta yakni, sampel A $1,8675 poise$, sampel B $2,3556 poise$ serta sampel C $3,4844 poise$. Hasil tersebut sesuai pada ketentuan nilai viskositas tinta di referensi (8) yaitu $1,12 cP - 2,568 cP$. Di bawah ini merupakan gambar grafik data uji viskositas tinta yang dihasilkan:



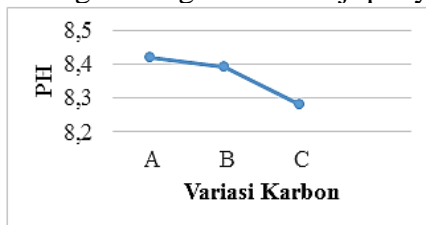
Gambar 2. Grafik Uji Viskositas

Gambar 2 menunjukkan penambahan konsentrasi pigmen karbon tempurung kelapa dan gum arab mempengaruhi viskositas dari tinta spidol karbon tempurung kelapa dan gum arab. Hasil ini cocok dengan Muchtar dkk (2015), suatu larutan menggunakan konsentrasi tinggi akan memiliki nilai viskositas yang tinggi sebab konsentrasi larutan ialah banyaknya partikel zat yang terlarut pada satuan volume. Penambahan konsentrasi pigmen karbon tempurung kelapa dan gum arab semakin banyak partikel yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi maka viskositasnya pun semakin tinggi. Nilai viskositas berbanding lurus dengan kekentalan, semakin tinggi nilai viskositas pada zat, semakin meningkat kekentalannya. Viskositas tinta mempengaruhi cepat alir tinta, semakin kental maka semakin menghambat cepat alir tinta.

Berdasarkan hasil uji massa jenis dan viskositas tinta spidol karbon tempurung kelapa dengan variasi gum arab, didapatkan semakin besar nilai massa jenis maka semakin besar pula nilai viskositas tinta. Hal ini karena massa jenis mempengaruhi kerapatan partikel. Semakin besar massa jenis maka semakin besar kerapatannya. Semakin rapat maka gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula.

3.3 Nilai pH

Berdasarkan data hasil pengujian pH tinta pada Tabel 1, didapatkan bahwa Nilai pH yang didapat yakni : pada sampel A diperoleh tingkat pH tinta sebesar 8,42 ; sampel B sebesar 8,28 dan sampel C sebesar 8,39. Di bawah ini merupakan gambar grafik data uji pH yang didapatkan :

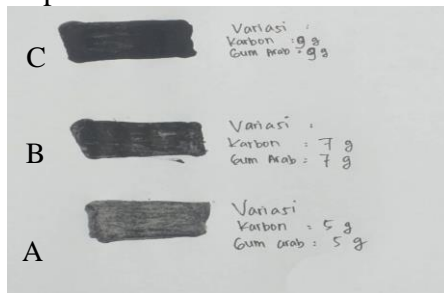


Gambar 3. Grafik Uji pH

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwasanya hubungan terhadap konsentrasi karbon tempurung kelapa juga gum arab berbanding terbalik pada pH tinta. Semakin besar konsentrasi karbon tempurung kelapa juga gum arab yang dipakai maka semakin rendah nilai pH tinta. Nilai pH tinta jangan rendah sebab berefek samping seperti iritasi kulit hingga diinginkan hasil pH tinta bersifat netral hingga basa sebab tinta yang asam mempunyai sifat korosif. Dikarenakan menurut (8) perbedaan nilai pH dapat disebabkan karena bahan baku pendukung yang ditambahkan ke dalam campuran ada yang bersifat asam dan juga basa, seperti PEG dengan rentang pH 5-8, alkohol dengan rentang pH 7,33 dan gum arab dengan rentang pH 3,9-4,9. Penurunan rentang pH tinta dapat disebabkan karena adanya penambahan unsur karbon.

3.4 Pigmen pada Tinta

Hasil tulisan tinta dari tiga sampel ini tampak hasil warna yang berbeda. Hasil tulisan tinta ini berafiliasi terhadap viskositas (kekentalan) tinta. Jika melihat pada tiga sampel tinta, adanya tulisan mempunyai warna yang tidak terlalu pekat.



Gambar 4. Hasil Pigmen Tinta

Pada Gambar. 4 menunjukkan bahwa sampel tinta A tampak terlihat lebih pucat dibandingkan dengan sampel B dan C, hasil warna hitam pada sampel A yang tidak terlalu pekat sehingga tinta tidak begitu melekat di *whiteboard*. Hal ini dikarenakan tinta sampel A tidak kental, karena formula

tinta mayoritas pelarut juga kekurangan pigmen. Pada sampel B serta C nampak mempunyai tulisan dengan warna hitam yang pekat. Hal ini disebabkan formulasi pelarut serta pigmen karbon tempurung kelapa sudah sebanding. Partikel pigmen di sampel B juga C lebih rapat serta merata maka dari itu membentuk tulisan berwarna hitam yang lebih pekat.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah 1) pengaruh variasi karbon tempurung kelapa serta gum arab akan karakteristik tinta spidol *whiteboard* ramah lingkungan yakni pada nilai densitas dan viskositas mengalami kenaikan, semakin banyak massa dari karbon tempurung kelapa dan gum arab semakin naik nilai densitas juga viskositasnya pada tinta serta nilai pH tinta mengalami penurunan. 2) Nilai tinta spidol optimum diperoleh pada sampel C (9 gram : 9 gram) terdapat nilai densitas $1,0722 \text{ gr/cm}^3$, nilai viskositas $3,4844 \text{ poise}$, nilai pH $8,39$ yang bersifat basa dan menghasilkan warna hitam pekat.

4.2 Saran

Disarankan peneliti berikutnya untuk memvariasikan bahan lainnya agar dapat mempercepat waktu kering serta memvariasikan kecepatan dan waktu aduk dalam proses homogenisasi tinta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih secara khusus diberikan pada Laboratorium Ilmu Dasar Universitas Sumatera Utara (LIDA USU) serta pihak-pihak yang sudah membantu proses penelitian serta memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pratama YA, Juhara S, Kurniasari R. Efektivitas Limbah Kulit Bawang Putih Sebagai Pigmen Organik Dalam Pembuatan Tinta Spidol. *Unistek*. 2022;9(2):126–33.
2. Antono Adhi SAS. Pengaruh Pemilihan Tinta Terhadap Kualitas Cetak Dalam Industri Percetakan Koran. *Jurnal Dinamika Teknik*. 2013;VII(1):9–16.
3. Anova IT, Muchtar H. Pemanfaatan Gambir sebagai Bahan Dasar Pembuat Tinta Spidol Ramah Lingkungan. *Jurnal Litbang Industri*. 2017;7(2):101.
4. Rengganis AP, Yulianto A, Yulianti I. Pengaruh Variasi Konsentrasi Arang Ampas Kopi terhadap Sifat Fisika Tinta Spidol Whiteboard Info Artikel. *Jurnal MIPA*. 2017;40(2):92–6.
5. Nurlia. *Mix Sekam Padi, Tongkol Jagung, dan Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Alami*. sukabumi: CV Jejak; 2020. 100 p.
6. Tamado D, Budi E, Wirawan R, Dwi H, Tyaswuri A, Sulistiani E, et al. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta*. 2013;73–81.
7. Salam R. Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan pada Tinta Print dengan Bahan dengan Bahan Dasar Arang Sabut Kelapa. *Jurnal Sains*. 2017;1(1):19–20.
8. Rahayu TF, Fatimah S. Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbon Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Tinta Spidol Whiteboard Ramah Lingkungan The Effect of Variations in Coconut Shell Carbon Concentration on the Characteristics of Environmentally Friendly Whiteboard Marker Inks. *Jurnal Kartika Kimia*. 2021;4(2):77–82.
9. Muchtar, Hendri., Muchtar, H., Anova, I. T., & Yeni G. The effect of stirring speed and particle size of gambier and variation of composition on some physical properties in making of printing ink. *Jurnal Litbang Industri*. 2015;5(2):131.
10. Sutiah, Firdausi KS, Budi WS. Studi kualitas minyak goreng dengan parameter viskositas dan indeks bias. *Berkala Fisika*. 2008;11(2):53–8.
11. Pivovarov S. Acid-base properties and heavy and alkaline earth metal adsorption on the oxide-solution interface: Non-electrostatic model. *Journal of Colloid and Interface Science*. 1998;206(1):122–30.