

PEMANFAATAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI CARBON BLACK TINTA SERBUK

Adila Fitri Yani, Viviana Lubis, Delovita Ginting, Romi Fadli Syahputra*

*Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau, Jalan Tuanku
Tambusai, Kota Pekanbaru, Pekanbaru 28291, Indonesia*

*email: romifadli@umri.ac.id

ABSTRAK

Karbon aktif tempurung kelapa berpotensi sebagai biomassa untuk bahan baku carbon black tinta bubuk karena ketersediannya yang berlimpah. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan tinta serbuk (toner) yang berkualitas baik untuk pengaplikasian printer laser. Proses fabrikasi tinta serbuk terdiri atas tahap pencampuran dengan bubuk besi, polimerisasi dan tahap pengaplikasian. Tahap pencampuran dengan fraksi massa arang aktif CBS-1 (60:40), CBS-2 (40:60), CBS-3 (80:20) dengan bubuk besi. Tahap polimerisasi dilakukan dengan pencampuran styrene acrylic dengan serbuk karbon. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan hot plate pada suhu 80,5°C kecepatan 300 rpm selama 60 menit. Pencucian menggunakan akuadesr dan didiamkan selama 24 jam. Hasil endapan disaring menggunakan kertas saring wattman. Pengeringan dilakukan selama 24 jam agar mendapatkan polimerisasi tinta bubuk yang sempurna. Setelah kering, dilakukan penghalusan tinta serbuk dengan menggunakan mortar. Hasil pengujian kerapatan tinta serbuk didapatkan nilai yang terkecil terdapat pada sampel CBS-4 0,83 gr/cm³ sedangkan yang terbesar terdapat pada sampel CBS-3 0,88 gr/cm³. Hasil pengujian morfologi dengan scanning electron microscopy (SEM) memperlihatkan tinta serbuk yang relatif homogen. Hasil analisis citra didapatkan pada sampel CBS-3 menunjukkan hasil kode warna yang memiliki elemen hitam dan perbandingan tinta serbuk yang paling melekat. Hasil pengujian PSA menunjukkan partikel terkecil 0,115 μm, partikel terbesar 592,387 μm.

Kata Kunci: Karbon aktif; Polimerisasi; Tempurung kelapa; Tinta serbuk

ABSTRACT

[Title: Utilization of Coconut Shell Activated Carbon as Powder Ink Carbon Black] Coconut shell activated carbon has the potential as biomass for raw material for carbon black ink powder because of its abundant availability. The purpose of this research is to produce good quality ink powder (toner) for laser printer applications. The powder ink fabrication process consists of mixing with iron powder, polymerization and application stages. The mixing stage is with mass fraction of activated charcoal CBS-1 (60:40), CBS-2 (40:60), CBS-3 (80:20) with iron powder. The polymerization step is carried out by mixing styrene acrylic with carbon powder. Mixing was carried out using a hot plate at a temperature of 80.5°C at 300 rpm for 60 minutes. The washing process using deionized water and allowed to stand for 24 hours. The precipitate was filtered using Wattman filter paper. Drying was carried out for 24 hours in order to get the perfect polymerization of powder ink. After drying, the powder ink was refined using a mortar. The results of the powder ink density test showed that the smallest value was found in the CBS-4 sample of 0.83 gr/cm³ while the largest was found in the CBS-3 sample of 0.88 gr/cm³. The results of the morphological test by scanning electron microscopy (SEM) showed a relatively homogeneous powder ink. The results of the image analysis obtained on the CBS-3 sample show the results of the color code which has a black element and the ratio of the most attached powder ink. PSA test results show the smallest particle is 0,115 m, the largest particle is 592,387 m.

Keywords: Activated Carbon; Polymerization; Coconut Shell; Powder Ink

PENDAHULUAN

Pemanfaatan bahan alam berupa biomassa sebagai bahan baku carbon black dalam pembuatan tinta telah diteliti oleh para ilmuwan. Bahan biomassa carbon black yang telah dilaporkan diantaranya, biochar kayu pinus (Goh et al., 2021) dan daun kelapa sawit (Aprianti et al., 2021). Tempurung kelapa merupakan alternatif biomassa carbon black yang tersedia berlimpah, khususnya di Indonesia yang memiliki luas perkebunan kelapa sebesar 3.364.997 ha pada tahun 2021 (BPS, 2021). Namun pemanfaatan tempurung kelapa sebatas

digunakan sebagai bahan bakar, berupa arang maupu briket (Siswati et al., 2019; Jaswella et al., 2022). Tempurung kelapa juga dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan souvenir, tas dan produk kriya (Nustini & Allwar, 2019).

Kandungan biomassa karbon pada tempurung kelapa telah dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif (Liang et al., 2020; Saputro et al., 2020). Proses aktivasi karbon aktif dapat dicapai melalui aktivasi fisika dan kimia (Mang et al., 2010; González-García, 2018). Karbon aktif dapat diaplikasikan sebagai piranti penyimpan energy

hingga penyerap logam berat (Liang et al., 2020; Saputro et al., 2020). Karbon aktif juga telah digunakan sebagai bahan pigmen yang ramah lingkungan (Alam et al., 2020).

Tinta serbuk dapat disintesis melalui proses polimerisasi dengan bahan utama berupa pigmen, resin dan pelarut (Purnomo et al., 2017; Amna, 2020). Arang dan karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti. Pemanfaatan *carbon black* tinta (Goh et al., 2021). *Carbon black* pada tinta serbuk yang berperan sebagai pigmen banyak disintesis dari bahan petrokimia.

Pengujian langsung karbon aktif tempurung kelapa sebagai bahan *carbon black* tinta serbuk belum banyak dikaji. Sehingga, karakteristik fisis dan hasil pengujiannya belum banyak dilaporkan. Karakteristik fisis toner (ukuran, distribusi ukuran, bentuk, komposisi) sangat menentukan kualitas cetakan (Arslan et al., 2020). Sementara, kerapatan tinta serbuk sekitar 1 gr/cm³ (Mughtar et al., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi karbon aktif tempurung kelapa sebagai bahan baku *black carbon* tinta serbuk. Pengujian fisis yang dilakukan adalah SEM, analisis citra dan uji kualitas cetak. Pengujian SEM digunakan untuk mengamati permukaan tinta serbuk, analisis citra digunakan untuk mengetahui kualitas warna dan coba kualitas cetak untuk mengetahui kualitas tinta serbuk.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Oven, Ayakan ukuran 100 mesh, Gelas beaker, *Hot plate*, Kertas saring whatman, Wadah dan Aluminum foil. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif tempurung kelapa (Merck Bartaco), Styrene acrylic, Bubuk besi (*Ferrite powder*), *Deionisasi water* dan Aquades.

Preparasi Sampel

Karbon aktif dari tempurung kelapa berbentuk granular (seperti batu-batu kecil). Karbon aktif dihaluskan menggunakan mortar dan disaring menggunakan ayakan 100 mesh. Karbon aktif yang sudah menjadi serbuk kemudian dicampur dengan bubuk besi. Pencampuran serbuk karbon dan bubuk besi dilakukan dengan tiga variasi 60 gr : 40 gr (CBS-3), 40 gr : 60 gr (CBS-4), dan 80 gr : 20 gr (CBS-5). Arang aktif yang sudah dicampur kemudian dilakukan proses penghalusan dengan menggunakan mortar dan disaring menggunakan ayakan 100 mesh. Arang aktif dilakukan karakterisasi uji kerapatan.

Polimerisasi

Arang aktif kemudian dipolimerisasi untuk meningkatkan kualitas cetak dan daya rekat serbuk toner serta meningkatkan kemampuan elektrostatis/magnetik dari serbuk karbon. Polimerisasi dilakukan dengan pencampuran *styrene acrylic* dengan serbuk karbon (60 g : 40 g). Pencampuran *styrene acrylic* dan serbuk karbon ini kemudian dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* dengan suhu 80,5°C dengan kecepatan 300 rpm selama 60 menit.

Setelah proses polimerisasi selesai, tinta bubuk didinginkan pada suhu ruang. Tinta bubuk dicuci menggunakan *deionisasi water* dan didiamkan 24 jam, kemudian hasil endapan disaring menggunakan kertas saring Wattman. Pengeringan dilakukan selama 24 jam agar mendapatkan polimerisasi tinta bubuk yang sempurna. Setelah kering, dilakukan penghalusan pada tinta bubuk dengan menggunakan mortar. Penghalusan dilakukan untuk memecah sifat aglomerasi dari tinta bubuk yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi serbuk karbon yang telah di polimerisasi menggunakan uji kerapatan, SEM, analisis citra dan coba kualitas cetak terhadap tinta bubuk yang dihasilkan dengan menggunakan printer laser.

Uji Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif batang kelapa sawit tidak menutupi pori dari karbon aktif tersebut (Yuliusman, 2015). Dapat dilihat pada persamaan (1):

$$K_A = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1} \times 100\% \quad (1)$$

dimana K_A = Kadar air (%), φ_1 = Bobot sampel awal (gr), φ_2 = Bobot sampel akhir (gr)

Uji Kerapatan

Menurut Rahayu dan Fatimah (2021), kerapatan merupakan perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya. Densitas tinta berbanding terbalik dengan ukuran partikel pigmen. Jika ukuran partikel semakin kecil maka nilai densitas akan meningkat. Kerapatan tinta mempengaruhi tingkat penggumpalan tinta. Semakin kecil densitas (tidak rapat) maka gumpalannya juga semakin kecil dan sedikit. Sebagaimana yang dikemukakan bahwa massa jenis bubuk tinta cetak adalah 1 gr/cm³ (Mughtar et al., 2015). Dapat dilihat pada persamaan (2):

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

dimana ρ = Kerapatan (g/cm^3), m = massa sampel (gram), v = volume (cm^3)

Uji PSA (Particle Size Microscopy)

Uji PSA Uji digunakan untuk menentukan distribusi ukuran partikel tinta serbuk dengan menggunakan metode *Laser Diffraction* (LAS). Uji PSA ditujukan untuk mengidentifikasi ukuran dan distribusi ukuran molekul. Ukuran dari distribusi massa molekul dalam sampel yang menunjukkan keseragaman ukuran, semakin lebih kecil nilai mengindikasikan maka ukuran yang didapatkan semakin seragam (Purnomo et al., 2017).

Analisis Citra

Analisis citra bertujuan untuk mengetahui kualitas warna dianalisis melalui *image processing* dengan mengukur nilai abu-abu (*gray*) tiap citra sampel dengan bantuan perangkat lunak *ImageJ* (Munir, 2006).

Uji Coba Kualitas Cetak

Uji coba kualitas cetak dilakukan menggunakan printer laser HP P2015n (Purnomo et al., 2017). Pencetakan dilakukan untuk mencetak bentuk kotak, garis dan karakter huruf dan angka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan cara pengeringan Karbon aktif sebanyak 1 gram ditempatkan di dalam cawan porselen dan di oven pada suhu 105°C . Nilai uji kadar air dihitung menggunakan Persamaan 1. Pengujian kadar air pada karbon aktif dilakukan dengan tiga variasi sampel. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Kadar Air

Variasi Sampel (%)	Kadar Air (%)
CBS-3	4
CBS-4	11
CBS-5	7

Tabel 2 menampilkan hasil pengujian kadar air pada arang aktif. Kadar air tertinggi diperoleh pada sampel CBS-4 sebesar 11% sedangkan kadar air terendah terdapat pada sampel CBS-3 sebesar 4%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik. Kadar air minimum yang terkandung dalam karbon aktif sebesar 15 %. Maka untuk kriteria kadar air karbon aktif dari tempurung kelapa pada penelitian

ini memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) (BSN, 1995).

Uji Kerapatan

Pengujian kerapatan dilakukan dengan mengukur massa dan volume arang, bubuk besi dan tinta bubuk. Massa sampel diukur dengan menimbang terlebih dahulu massa gelas kosong kemudian massa gelas dengan berisi sampel sehingga diperoleh massa sampel. Hasil pengujian kerapatan dapat dilihat pada Tabel 3.

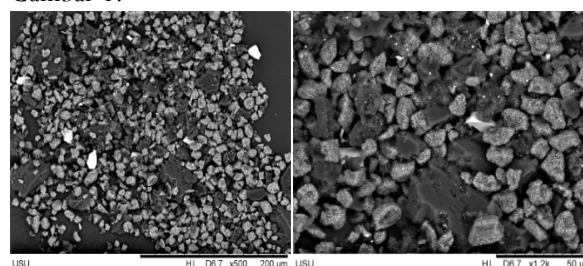
Tabel 3. Uji Kerapatan

Sampel	massa (gr)	volume (cm^3)	kerapatan (g/cm^3)
Arang CBS-1	8,70	16,75	0,52
Bubuk besi CBS-2	38,14	13,75	2,75
CBS-3	15,30	17,30	0,88
CBS-4	10,78	13,00	0,83
CBS-5	12,50	15,00	0,84

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai kerapatan arang sebesar $0,52 \text{ gr/cm}^3$ dan bubuk besi sebesar $2,75 \text{ gr/cm}^3$. Nilai kerapatan tinta bubuk yang terkecil terdapat pada sampel CBS-4 sebesar $0,83 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan yang terbesar terdapat pada sampel CBS-3 adalah $0,88 \text{ gr/cm}^3$. Hasil tersebut mendekati dengan penelitian yang telah dilakukan Salam (2017) yaitu uji kerapatan, viskositas dan tegangan permukaan pada tinta print dengan bahan dengan bahan dasar arang sabut kelapa bahwa nilai kerapatan rata-rata sebesar $0,91 \text{ gr/cm}^3$ lebih besar 4,5 % dari pada tinta komersial. Perbedaan ini dapat disebabkan karena kesalahan saat mengukur volume tinta.

Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

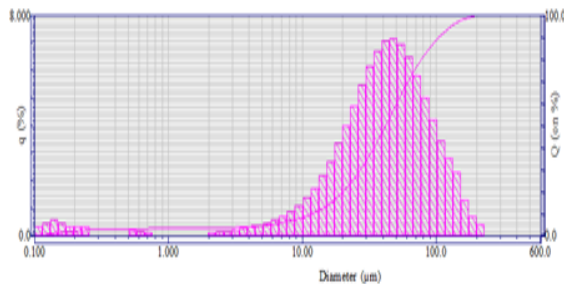
Uji SEM dilakukan untuk mengamati permukaan bubuk tinta dengan perbesaran 100x, 500x, dan 1200x. Hasil SEM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi butiran tinta serbuk CBS-3. Perbesaran 500x (kiri) dan 1200x (kanan)

Uji PSA (Particle Size Microscopy)

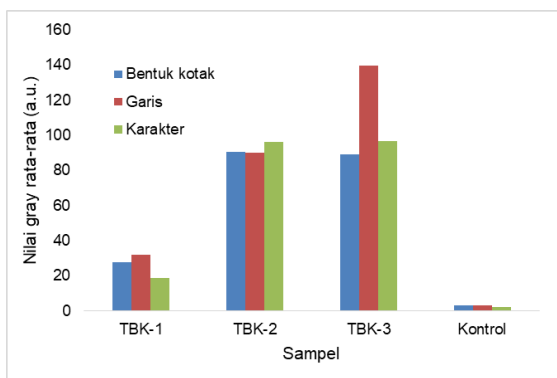
Pengujian Partikel size dari tinta serbuk sampel CBS-4 dilakukan menggunakan HORIBA L300 Particle Size Analysis. Distribusi diameter tinta serbuk dapat dilihat pada Gambar 2. sebesar 0,115 μm , partikel terbesar 592,387 μm , dengan rata-rata diameter ukuran 51,2858 μm . Hasil tersebut masuk ke dalam rentang mikropartikel, yaitu antara 1-1000 μm (Kumar et al., 2011).



Gambar 2. Distribusi Diameter Size Tinta serbuk CBS-4

Uji Analisis Citra

Kode warna pada Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi atau semakin besar kode warna tersebut memiliki elemen warna putih, dan semakin rendah kode warna maka kode warna tersebut memiliki elemen warna hitam. Hasil kode warna yang diperoleh dari aplikasi *ImageJ* pada 4 perbandingan (termasuk toner kormesial) dapat dilihat pada Gambar 3.



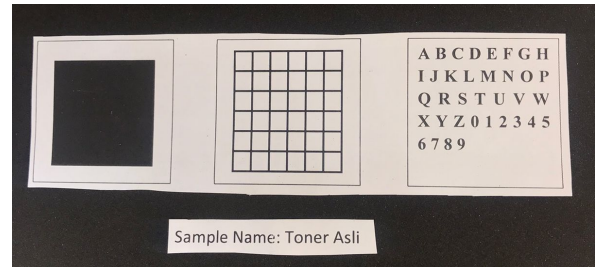
Gambar 3. Analisis Citra tinta serbuk

Terlihat jelas pada grafik yang menunjukkan angka terendah adalah pada sampel CBS-3 dan disusul yang paling rendah adalah tinta serbuk kormesial. Tinta bubuk pada CBS-3 menunjukkan bahwa hasil print masih memiliki sedikit elemen putih, yang artinya tinta serbuk tidak melekat dengan sempurna. Pada sampel CBS-4 dan CBS-5 menunjukkan bahwa hasil *print* masih memiliki

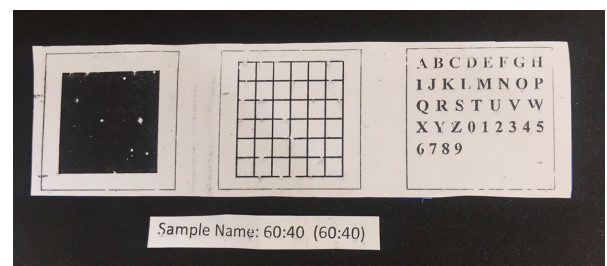
banyak elemen putih, yang artinya tinta bubuk tidak melekat dengan sempurna.

Uji Coba Kualitas Cetak

Uji coba dilakukan dengan diujikan pada printer laser HP P2015n. perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 4. Tinta serbuk komersial (a), tinta CBS-3 (b)

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil cetak pada CBS-3 yang memiliki warna hitam pekat dan mendekati hasil cetak tinta serbuk komersial. Hasil tersebut mendekati dengan penelitian yang telah dilakukan Purnomo, dkk (2017) yaitu pembuatan dan karakterisasi tinta serbuk printer berbahan baku arang aktif dari limbah padat pengolahan gambir bahwa hasil yang didapatkan tidak memuaskan dikarenakan ukuran partikel yang belum seragam dan kualitas polimer juga mempengaruhi kemampuan magnetik serbuk karbon yang telah dibuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan tinta serbuk dengan mensintesis karbon aktif dari tempurung kelapa melalui proses pencampuran serbuk karbon dan bubuk besi dilakukan dengan tiga variasi CBS-3, CBS-4 dan CBS-5. Karbon aktif yang dihasilkan memenuhi standar (SNI) 06– 3730-1995 maksimum 15% dengan hasil pengujian kadar air pada sampel CBS-3 sebesar 4%, CBS-4 sebesar 11% dan CBS-5 sebesar 7%. Hasil pengujian kerapatan yang dihasilkan dari tinta serbuk yang terbesar terdapat pada sampel CBS-3 adalah 0,88 gr/cm^3 . Hasil

pengujian morfologi dengan alat SEM memperlihatkan tinta serbuk yang dihasilkan dari karbon aktif. Hasil analisis citra Sampel CBS-3 menunjukkan bahwa hasil kode warna yang memiliki elemen hitam dan perbandingan tinta serbuk yang paling melekat jika dibandingkan dengan perbandingan yang lainnya. Hasil pengujian PSA menunjukkan partikel terkecil sebesar 0,115 μm , partikel terbesar 592,387 μm .

SARAN

Ukuran tinta serbuk akan berpengaruh pada kualitas cetak dan daya rekat. Upaya untuk menghasilkan ukuran partikel pada tinta serbuk agar seragam dapat dilakukan penghalusan karbon dengan menggunakan *ball mill* dengan durasi yang lama dan menggunakan ayakan dengan ukuran mesh yang lebih kecil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih kepada Direktorat Jendral Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas bantuan pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa, Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Riau dan Program Studi Fisika Fakultas MIPA dan Kesehatan atas layanan dana fasilitas penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. M., Hossain, M. A., Hossain, M. D., Johir, M. A. H., Hossen, J., Rahman, M. S., Zhou, J. L., Hasan, A. T. M. K., Karmakar, A. ., & Ahmed, M. B. (2020). The potentiality of rice husk-derived activated carbon: From synthesis to application. *Processes*, 8(2), 203.
- Amna, S. (2020). Investigasi Karakteristik Toner Hasil Variasi Persentase Nano Carbon Black. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(01), 49–56. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v11i01.105>
- Aprianti, Y., Khairul, Nisa, K., & Saputri, L. (2021). Potensi Pelepah Daun Kelapa Sawit Untuk Pembuatan Tinta Printer. *Pros Semin Nas Apl Sains Teknol.*, 15–21.
- Arslan, S., Sonmez, S., & Sahinbaskan, T. (2020). Investigation of the effect of cellophane application on print quality in electrophotographic printing system. *Department of Printing Technology, Institute of Pure and Applied Science*.
- BPS. (2021). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021. In *Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2021/04/BUKU-STATISTIK-PERKEBUNAN-2019-2021-OK.pdf>
- BSN. (1995). Badan Standardisasi Nasional. In *Sni 06-3730-95*.
- Goh, Y., Lauro, S., Barber, S. T., Williams, S. A., & Trabold, T. A. (2021). Cleaner production of flexographic ink by substituting carbon black with biochar. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129262.
- González-García, P. (2018). Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(August 2017), 1393–1414. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.117>
- Jaswella, R. W. A., Sudding, S., & Ramdani, R. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), 7.
- Liang, Q., Liu, Y., Chen, M., Ma, L., Yang, B., Li, L., & Liu, Q. (2020). Optimized preparation of activated carbon from coconut shell and municipal sludge. *Materials Chemistry and Physics*, 241, 122327.
- Muchtar, H., Anova, I. T., & Yeni, G. (2015). 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*, 5(2), 131.
- Nustini, Y., & Allwar, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo _ Nustini _ Asian Journal of Innovation and Ent. *Asian Journal of Innopation and Entrepreneurship*, 4(3), 217–226.
- Purnomo, Y., Sy, S., Muchtar, H., & Kumar, R. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Tinta Serbuk Printer Berbahan Baku Arang Aktif dari Limbah Padat Pengolahan Gambir. *Jurnal Litbang Industri*, 7(2), 71. <https://doi.org/10.24960/jli.v7i2.3242.71-80>
- Rahayu, T. F., & Fatimah, S. (2021). Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbon Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Tinta Spidol Whiteboard Ramah Lingkungan. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2), 77–82. <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.86>
- Salam, R. (2017). Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan pada Tinta Print dengan Bahan dengan Bahan Dasar Arang Sabut

- Kelapa. *Jurnal Sains*, 1(1), 19–20.
- Saputro, E. A., Wulan, V. D. R., Winata, B. Y., Yogaswara, R. R., & Erliyanti, N. K. (2020). Process of activated carbon form coconut shells through chemical activation. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 9(1), 23–28.
- Siswati, N. D., Guntoro, H. K., & Pratama, N. W. (2019). Kajian penambahan oksidator terhadap sifat penyalan briket arang tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 14(1), 5–9.
- Yuliusman. (2015). Pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sawit dengan bahan pengaktif koh dan gas N₂ / CO₂. *Seminar Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA)*, June, 978–979.