

Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanodots* Berbahan Dasar Limbah Daun Kering sebagai Zat Aditif pada Cat Tembok

Synthesis and Characterization of Carbon Nanodots Based on Dried Leaf Waste as Additives in Wall Paint

Galih Ramadhan Alwaasith^{1*}, Wipar Sunu Brams Dwandaru²

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta¹ dan Dosen Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta²

* Korespondensi Penulis. E-mail: galihramadhan.2017@student.uny.ac.id¹

Abstrak- Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *carbon nanodots* (C-dots) berbahan dasar limbah daun kering terhadap performa waktu kering cat dan lebar tetesan cat. Penelitian ini terdiri dari empat tahap, yaitu tahap sintesis, karakterisasi, pembuatan zat aditif, dan pengujian performa cat. Daun kering yang digunakan adalah daun mangga. Penelitian ini menghasilkan enam larutan sampel yaitu sampel C-dots penuh dan lima sampel dengan variasi konsentrasi larutan C-dots. Kelima sampel tersebut merupakan zat aditif yang akan ditambahkan pada cat tembok. Seluruh sampel tersebut dikarakterisasi menggunakan uji *ultraviolet-visible* (UV-Vis) untuk mengetahui puncak absorbansinya. Hasil UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi C-dots limbah daun kering berada pada panjang gelombang 205,5 nm dan 257,5 nm. Penambahan zat aditif C-dots berpengaruh terhadap waktu kering cat, namun tak berpengaruh pada lebar tetesan cat. Waktu kering tercepat pada penelitian ini terdapat pada sampel konsentrasi larutan C-dots 8 mL dengan waktu (14 ± 5) menit.

Kata-Kata Kunci: *carbon nanodots*, limbah daun kering, zat aditif, cat tembok

Abstract- This research aims to determine the effect of carbon nanodots based on dry leaf waste on the performance of dry time and paint droplet width. This research consists of four stages, they are synthesis, characterization, making additives, and testing the paint performance. The dried leaves used are mango leaves. This research produced six sample solutions; C-dots samples and five samples with varying concentrations of C-dots solution. The five samples are additives that will be added to wall paint. All of these samples were characterized using the ultraviolet-visible (UV-Vis) test to determine the absorbance peak. The UV-Vis results showed that the peak absorbance of C-dots of dry leaf waste was at wavelengths of 205.5 nm and 257.5 nm. The addition of C-dots additive has an effect on the dry time of the paint, but has no effect on the width of paint droplets. The fastest dry time in this study was found in the sample concentration of 8 mL C-dots solution with a time (14 ± 5) minutes.

Keywords: *carbon nanodots*, dry leaf waste, additives, wall paint

PENDAHULUAN

Cat tembok merupakan salah satu produk esensial dalam perkembangan industri konstruksi di Indonesia. Dilansir dari Badan Pusat Statistik (BPS), ekspor dan impor cat dan pernis mengalami peningkatan dari tahun 2019 sampai 2021 (BPS, 2022). Peningkatan tersebut dapat terjadi karena Indonesia merupakan Negara berkembang. Dimana pembangunan industri konstruksinya mengalami peningkatan dan atau perbaikan infrastruktur. Namun dibalik peningkatan kebutuhan cat terdapat salah satu permasalahan dalam aplikasi cat tembok yaitu pada waktu kering cat nya. Waktu kering cat yang lama dapat mempengaruhi pekerjaan industri konstruksional.

Selain dikenal sebagai Negara berkembang. Indonesia juga termasuk ke dalam Negara yang beriklim tropis dimana banyak keanekaragaman flora hidup di Indonesia. Daun merupakan salah satu bagian penting dari tanaman. Karena proses seleksi alam dan faktor lainnya daun akan berguguran. Daun yang gugur tersebut akan menjadi limbah daun kering dan termasuk dalam golongan sampah organik. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengklaim jumlah timbunan sampah pada tahun 2020 mencapai 67,8 juta ton, dengan persentase timbunan sampah organik sebesar 57% (Agregasi Sindonews.com, 2021). Walaupun daun kering bersifat organik, namun limbah daun kering dapat menimbulkan beberapa masalah.

Salah satunya jika dibakar akan menimbulkan polusi udara.

Untuk mengurangi dampak negatifnya, limbah daun kering perlu didaur ulang menjadi bahan yang lebih berguna. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, limbah daun mangga kering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *carbon nanodots* (C-dots). C-dots sendiri merupakan nanopartikel yang memiliki sifat berpendar dan memiliki ukuran partikel kurang dari 10 nm (Kang dan Lee, 2019). C-dots memiliki beberapa kelebihan yakni kadar toksikitas rendah, biokompatibel, dan sifat fluoresensi yang baik (Tuerhong *et al.*, 2017). Karena beberapa kelebihan tersebut C-dots menjadi objek penelitian yang ramah lingkungan dan memiliki bahan dasar yang murah.

Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan sintesis dan karakterisasi C-dots berbahan dasar limbah daun mangga kering sebagai zat aditif pada cat tembok. C-dots dapat digunakan sebagai zat aditif pada cat tembok karena sifatnya yang mudah larut dalam zat cair. Skripsi ini akan memberikan informasi mengenai proses sintesis C-dots berbahan dasar limbah daun kering dan hasil karakterisasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Selain itu, skripsi ini juga memberikan informasi mengenai pengaruh C-dots sebagai zat aditif pada cat tembok terhadap waktu kering cat dan lebar tetesan cat

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2021 sampai dengan bulan September 2021. Penelitian dilakukan di Laboratorium Koloid jurusan Pendidikan Fisika, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Yogyakarta (UNY); Laboratorium Kimia Analitik jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, UNY; dan Rumah (adanya Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat). Jenis penelitian berupa penelitian eksperimen.

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahap sintesis, karakterisasi, pembuatan zat aditif, dan pengujian waktu kering serta lebar tetesan cat. Tahap sintesis dimulai dengan mengumpulkan limbah daun mangga kering. Daun di potong menjadi potongan kecil. Kemudian, potongan-potongan daun tersebut dipanaskan menggunakan *oven* dengan suhu 250 °C dan lama pemanasan 1 jam. Hasil pemanasan *oven* berupa serbuk. Sebanyak 0,4 gram serbuk dicampurkan dengan 10 mL akuades. Setelah di diamkan selama 2 hari, larutan tersebut disaring agar serbuk hitam tidak terbawa ke dalam larutan. Larutan yang sudah tersaring tersebut merupakan *stock solution* C-dots limbah daun mangga kering.

Penelitian ini menghasilkan enam sampel yang berupa satu sampel C-dots penuh dan lima sampel variasi konsentrasi larutan C-dots. Variasi konsentrasi

larutan C-dots secara berturut-turut adalah 0 mg/mL, 8 mg/mL, 16 mg/mL, 24 mg/mL, dan 32 mg/mL. Keenam sampel tersebut kemudian di karakterisasi menggunakan spektrofotometer *ultraviolet-visible* (UV-Vis). Uji UV-Vis tersebut dilakukan untuk mengetahui puncak absorbansi larutan pada Panjang gelombang tertentu.

Tahap ketiga berupa pembuatan zat aditif. Pada tahap ini sampel C-dots (variasi konsentrasi) akan ditambahkan dengan akuades dengan volume total 10 mL. Pengujian waktu kering dan lebar tetesan cat merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Metode yang digunakan pada pengukuran waktu kering adalah uji waktu kering sentuh. Waktu kering sentuh merupakan lama waktu cat untuk mengeringkan permukaan lapisan cat. Cat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cat tembok merk Weldon 1 kg *canary yellow*. Sedangkan, uji lebar tetesan cat menggunakan pengukuran berulang dengan penggaris. Sampel cat dibuat encer agar cat dapat diserap dengan pipet yang kemudian diteteskan pada media. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah kanvas. Setelah mendapatkan tetesan yang banyak, maka akan didapatkan data waktu kering dan lebar tetesan cat dari masing-masing sampel C-dots.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil sintesis C-dots berbahan dasar limbah daun mangga kering dengan metode pemanasan *oven* berwujud larutan. Larutan tersebut memiliki sifat fisik berwarna ambar pekat atau kuning kecoklat-coklatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Larutan ini nantinya akan digunakan sebagai *stock solution* yang divariasikan dengan akuades sebagai zat aditif pada cat tembok.



Gambar 1. Hasil sintesis C-dots berbahan dasar limbah daun mangga kering

Pada penelitian ini, digunakan variasi konsentrasi C-dots sebesar 0 mg/mL (akuades penuh), 8 mg/mL, 16 mg/mL, 24 mg/mL, dan 32 mg/mL. Sampel sintesis larutan C-dots yang divariasikan dengan akuades ditunjukkan pada Gambar 2. Jika dilihat dari Gambar 2, konsentrasi C-dots 0 mg/mL memiliki sifat fisik berwarna bening. Untuk konsentrasi C-dots 8 mg/mL,

larutannya menunjukkan warna kuning kecoklatan yang bening. Konsentrasi C-dots 16 mg/mL memiliki warna yang sedikit lebih pekat dari konsentrasi C-dots 8 mg/mL. Kemudian, warna ambar merupakan sifat fisik dari konsentrasi C-dots 24 mg/mL. Terakhir, konsentrasi C-dots 32 mg/mL menunjukkan penampakan warna berupa warna ambar pekat.



Gambar 2. Sampel larutan sintesis C-dots yang divariasikan dengan akuades

Salah satu cara sederhana untuk menentukan bahwa larutan tersebut merupakan larutan C-dots adalah dengan pengujian penembakan laser UV ke larutan C-dots limbah daun mangga kering. Pengujian tersebut didasarkan dari sifat C-dots yang dapat mengemisikan cahaya ketika dikenai laser UV (Triwardiati dan Ermawati, 2018). Lebih lanjut, Triwardiati dan Ermawati (2018) menyatakan bahwa warna pendaran akan dipengaruhi oleh lebar celah pita C-dots.

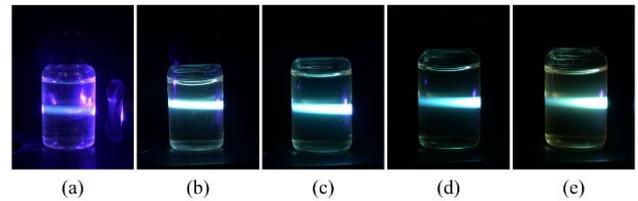
Pengujian penembakan laser UV bersifat kualitatif karena hasil dari pengujian ini dilihat dan disimpulkan oleh warna pendaran laser UV yang melewati larutan C-dots limbah daun kering. Pada percobaan ini didapatkan penampakan warna *light cyan* pada sampel yang ditembakkan laser UV. Pendaran larutan C-dots limbah daun kering dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pendaran larutan C-dots limbah daun mangga kering

Untuk sampel dengan variasi konsentrasi C-dots juga dilakukan pengujian laser UV. Hasil pengujian

laser UV dengan variasi konsentrasi C-dots ditunjukkan pada Gambar 4.

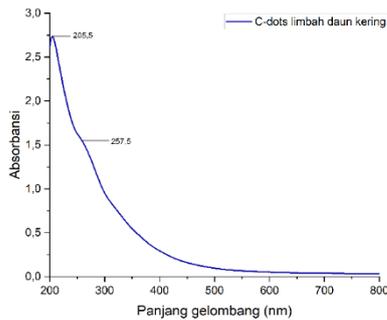


Gambar 4. Pengujian laser UV pada sampel (a) C-dots 0 mg/mL, (b) C-dots 8 mg/mL, (c) C-dots 16 mg/mL, (d) C-dots 24 mg/mL, dan (e) C-dots 32 mg/mL.

Jika dilihat dari gambar di atas, penembakan laser UV pada sampel konsentrasi C-dots 0 mg/mL tidak terjadi pendaran atau perubahan warna cahaya laser. Namun, konsentrasi C-dots 8 mg/mL, 16 mg/mL, 24 mg/mL, dan 32 mg/mL memiliki pendaran berwarna *light cyan*. Perbedaan yang dapat diamati pada sampel 8 mg/mL, 16 mg/mL, 24 mg/mL, dan 32 mg/mL adalah pada intensitas pendaran cahayanya.

Sampel 8 mg/mL dan 16 mg/mL menunjukkan bahwa pendaran cahaya pada masing-masing sampel masih lurus dan pendarannya tak berkurang. Sedangkan, sampel 24 mg/mL dan 32 mg/mL pendaran cahayanya berkurang dari sisi kanan ke sisi kiri. Sisi bagian kanan lebih terang sedangkan sisi bagian kiri lebih redup. Itu diakibatkan karena semakin pekat larutannya, maka semakin banyak juga nanopartikel yang menyerap cahayanya ataupun menghalangi pancaran sinar laser. Berdasarkan pengujian sederhana ini, sintesis C-dots berbahan dasar limbah daun kering telah berhasil dibuat.

Pada pembahasan sebelumnya, telah dibahas tentang pengukuran sampel secara kualitatif. Kali ini, dibahas tentang pengukuran sampel secara kuantitatif. Spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini digunakan untuk mengkarakterisasi hasil sintesis C-dots limbah daun mangga kering. Pengujian spektrofotometer UV-Vis bersifat kuantitatif karena pengujian ini didasarkan pada spektrum panjang gelombang tertentu dalam aplikasinya. Pengujian dilakukan pada rentang panjang gelombang sekitar 200 nm – 800 nm. Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots limbah daun mangga kering ditunjukkan pada Gambar 5.

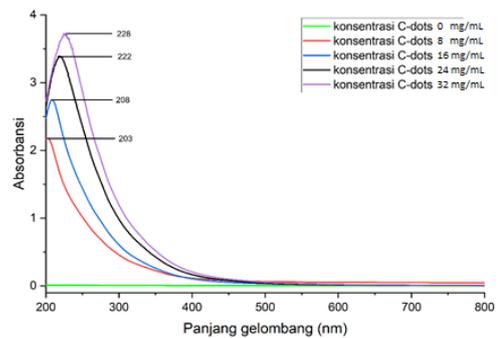


Gambar 5. Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots limbah daun mangga kering.

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa larutan C-dots limbah daun mangga kering menunjukkan adanya dua puncak. Adanya puncak ini menandakan terdapat suatu material yang terkandung di dalam sampel. Puncak ini juga dapat diartikan sebagai puncak absorbansi. Puncak absorbansi pertama dari larutan C-dots limbah daun mangga kering ini berada pada panjang gelombang 205,5 nm dengan absorbansi sebesar 2,737. Kemudian, puncak absorbansi kedua dari larutan C-dots limbah daun mangga kering berada pada panjang gelombang 257,5 nm dengan absorbansi sebesar 1,562. Kedua hasil puncak absorbansi tersebut terdapat dalam rentang panjang gelombang UV.

Dilihat dari spektrumnya, puncak absorbansi pertama mengindikasikan inti (*core*) C-dots. Diprediksi transisi elektron yang terjadi pada puncak absorbansi pertama adalah $\pi \rightarrow \pi^*$. Hal tersebut mengindikasikan adanya ikatan C = C (Kang dan Lee, 2019). Sedangkan, untuk puncak absorbansi kedua berupa permukaan (*surface state*) C-dots dengan transisi elektronnya berupa $n \rightarrow \pi^*$.

Pengujian spektrofotometer UV-Vis juga dilakukan pada sampel variasi konsentrasi C-dots. Hasil karakterisasi UV-Vis variasi konsentrasi C-dots limbah daun mangga kering ditunjukkan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6, hasil spektrum larutan C-dots limbah daun mangga kering untuk konsentrasi C-dots 0 mg/mL, 8 mg/mL, 16 mg/mL, 24 mg/mL, dan 32 mg/mL secara berurutan berada pada puncak absorbansi 0 nm, 203 nm, 208 nm, 222 nm, dan 228 nm dengan nilai absorbansi secara berurutan 0; 2,181; 2,748; 3,38; dan 3,723.



Gambar 6. Hasil karakterisasi UV-Vis variasi konsentrasi C-dots limbah daun mangga kering

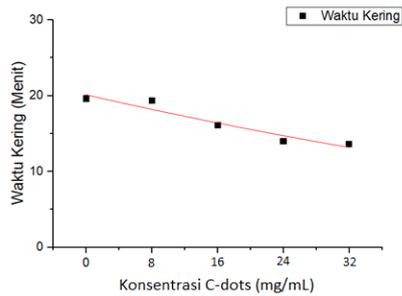
Pada konsentrasi C-dots 0 mg/mL didapatkan hasil berupa kurva lurus (tidak ada puncak absorbansi), dimana hasil tersebut mengindikasikan bahwa sampel konsentrasi C-dots 0 mg/mL tidak mengandung material C-dots di dalamnya. Sedangkan, sampel konsentrasi C-dots 8 mg/mL sampai 32 mg/mL menunjukkan kenaikan nilai atau puncak absorbansi seiring dengan peningkatan konsentrasi C-dotsnya. Kenaikan puncak absorbansi ini menandakan bahwa semakin tinggi puncak absorbansi maka semakin banyak C-dots yang terkandung di dalam sampel.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh C-dots limbah daun mangga kering sebagai zat aditif pada cat tembok terhadap waktu kering dan lebar tetesan cat. Pengujian waktu kering dilakukan dengan metode uji waktu kering sentuh. Sedangkan, pengujian lebar tetesan cat dilakukan dengan cara pengukuran berulang menggunakan penggaris. Sampel cat yang digunakan adalah cat tembok merk Weldon dengan warna *canary yellow*. Untuk mengetahui waktu kering sentuh dan lebar tetesan cat pada cat tembok Weldon *canary yellow*, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data waktu kering sentuh dan lebar tetesan cat.

Konsentrasi C-dots (mg/mL)	Waktu kering (menit)	Lebar tetesan (cm) $\pm 0,1$
0	20 \pm 6	0,8
8	19 \pm 5	0,9
16	16 \pm 6	0,8
24	14 \pm 4	0,9
32	14 \pm 5	0,8

Hasil data pengujian waktu kering sentuh dan lebar tetesan cat di atas selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik. Gambar 7 merupakan grafik hubungan antara waktu kering sentuh cat dengan konsentrasi C-dots.

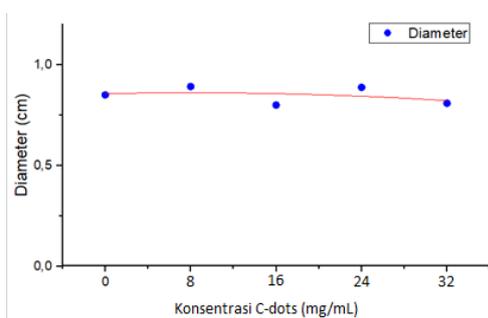


Gambar 7. Grafik waktu kerig sentuh cat.

Jika diamati, waktu kering sentuh cat tembok Weldon *canary yellow* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi C-dots. Waktu pengeringan paling cepat berada pada konsentrasi C-dots 32 mg/mL dengan waktu (14 ± 5) menit. Sedangkan, waktu pengeringan paling lama berada pada konsentrasi C-dots 0 mg/mL (akuades penuh) dengan waktu (20 ± 6) menit. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan C-dots berpengaruh terhadap performa cat tembok yaitu pada waktu keringnya.

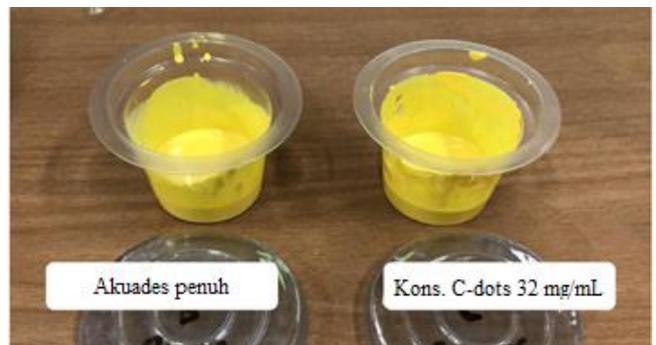
Dilansir dari weldon.co.id (2019) cat tembok Weldon sendiri memiliki waktu kering sentuh (30°C) selama 30 menit dan memiliki pengenceran maksimal sebesar 30%. Sedangkan pada penelitian ini, waktu kering sentuh dari cat akuades penuh memiliki waktu kering kurang lebih 20 menit. Terdapat perbedaan waktu kering antara pengujian waktu kering yang dilakukan dalam penelitian ini dengan pengujian waktu kering cat tembok Weldon. Hal tersebut dapat terjadi karena sampel yang digunakan dibuat encer (pengenceran lebih dari 30%), sehingga membuat tetesan catnya lebih cepat mengering. Selain itu, penggunaan media kanvas juga mempengaruhi waktu kering cat

Gambar 8 merupakan grafik hubungan antara lebar tetesan cat dengan konsentrasi C-dots. Berbeda dengan waktu kering, hasil lebar tetesan cat mengalami nilai yang fluktuatif seiring dengan bertambahnya konsentrasi C-dots. Namun, dapat dikatakan bahwa lebar tetesan cat pada percobaan ini berada pada rentang 0,8 cm – 0,9 cm. Hal tersebut mengindikasikan bahwa zat aditif C-dots tidak berpengaruh terhadap lebar tetesan cat.



Gambar 8. Grafik lebar tetesan cat.

Telah diketahui bahwa waktu kering cat tercepat berada pada sampel konsentrasi C-dots 32 mg/mL. Kemudian, dilakukan pengenceran cat untuk membandingkan hasil lukisan antara cat yang ditambahkan akuades dengan cat yang ditambahkan C-dots. Zat aditif C-dots yang digunakan dalam pengenceran adalah sampel konsentrasi C-dots 32 mg/mL. Hasil pengenceran cat dengan air biasa dan C-dots ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengenceran cat akuades penuh dan cat konsentrasi C-dots 32 mg/mL.

Terdapat hal yang menarik pada penambahan C-dots limbah daun mangga kering sebagai zat aditif cat tembok yaitu warna catnya masih terjaga atau tidak berubah. Padahal warna dari larutan C-dots itu sendiri berwarna ambar pekat. Dengan tidak adanya efek perubahan warna pada penambahan C-dots (pengenceran cat) menjadi keunggulan tambahan bagi C-dots sebagai zat aditif pada cat tembok. Dari hasil pengujian dan hasil lukisan sederhana dapat diasumsikan bahwa penggunaan C-dots limbah daun mangga kering sebagai zat aditif pada cat tembok berpengaruh terhadap performa waktu kering cat tanpa mempengaruhi warna dari cat tersebut.

SIMPULAN

Penambahan C-dots limbah daun mangga kering sebagai zat aditif pada cat tembok berpengaruh terhadap performa waktu kering cat. Namun, tidak berpengaruh terhadap lebar tetesan cat. Waktu kering tercepat pada penelitian ini berada pada sampel konsentrasi larutan C-dots 32 mg/mL dengan waktu (14 ± 5) menit. Sedangkan untuk diameter atau lebar tetesan cat pada penelitian ini berada pada rentang 0,8 cm – 0,9 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Supardi, M.Si. selaku penguji utama, Fika Fauzi, S.Si., M.Sc. selaku penguji pendamping, dan Wipar Sunu Brams D., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agregasi Sindonews.com. (2021). *Indonesia Ternyata Hasilkan 67,8 Juta Ton Sampah Setiap Tahun*.
<https://nasional.okezone.com/read/2021/02/25/337/2368472/indonesia-ternyata-hasilkan-67-8-juta-ton-sampah-setiap-tahun>. Diakses pada tanggal 08 Oktober 2021
- Badan Pusat Statistik. (2022). Ekspor dan Impor.
<https://www.bps.go.id/exim/>
- Kang, Z., & Lee, S.-T. (2019). Carbon dots: advances in nanocarbon applications. *Nanoscale*, *11*(41), 19214–19224.
<https://doi.org/10.1039/C9NR05647E>
- Anonim. (2019). *Weldon Wallpaint*.
<https://weldon.co.id/produk/weldon-wallpaint>.
Diakses pada tanggal 11 November 2021
- Triwardiati, D., & Ermawati, I. R. (2018). Analisis Bandgap Karbon Nanodots (C-Dots) Kulit Bawang Merah Menggunakan Teknik Microwave. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, *3*, E25–E30.
<https://doi.org/10.22236/TEKNOKA.V3I0.2810>
- Tuerhong, M., Yang, X. U., & Xue-Bo, Y. (2017). Review on Carbon Dots and Their Applications. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, *45*(1), 139-150. [https://doi.org/10.1016/S1872-2040\(16\)60990-8](https://doi.org/10.1016/S1872-2040(16)60990-8)