



Optimasi Daya Serap Spon Dengan *Carbon Dots* Sebagai Penyerap Minyak

Ismawati Putri^{1,*}, Gladys Sukma Thufailah²

¹Fisika, Fakultas Sains dan Analitik Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111

²Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111

*Alamat email penulis koresponden: 5001201078@student.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masalah polusi laut yang disebabkan oleh tumpahan minyak akibat pergerakan kapal-kapal pengangkut di perairan Indonesia. Tumpahan minyak memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia, ekosistem perairan, keanekaragaman hayati, dan kualitas air. Metode penanganan tumpahan minyak yang efektif dan ramah lingkungan menjadi perhatian utama. Dalam konteks ini, penelitian fokus pada pemanfaatan spons dengan pelapis *carbon dots* sebagai solusi potensial penyerap limbah minyak. Spons berpori berbahan dasar kapas sering digunakan sebagai adsorber minyak, namun performanya cenderung menurun setelah beberapa kali penggunaan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan *carbon dots* sebagai pelapis untuk meningkatkan sifat hidrofobisitas dan oleofilik spons. Metode yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan. Pertama, tahap sintesis *carbon dots* menggunakan grafit pensil 2B dengan merek Faber Castell. Kedua, tahapan karakterisasi *carbon dots* menggunakan pengujian UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*), fotoluminesensi, *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR), dan *transmission electron microscope* (TEM). Ketiga, tahap pengujian *carbon dots* sebagai pelapis spons untuk mengoptimasi daya serap minyak. *Carbon dots*, yang dapat disintesis dari grafit pensil dengan metode elektrokimia, memiliki sifat unik seperti hidrofobisitas, oleofilik, fluoresensi, dan fotoluminesensi. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa *carbon dots* berhasil disintesis dengan dominasi ukuran 3 nm, mengonfirmasi sifatnya sebagai quantum dots. Pengujian daya serap spons menunjukkan peningkatan signifikan setelah dilapis dengan *carbon dots*, meskipun efektivitasnya cenderung menurun saat digunakan berulang. Proses iradiasi juga terbukti efektif dalam meningkatkan daya serap spons.

Kata kunci: carbon dots, penyerap minyak, spons

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang diapit oleh Benua Asia dan Australia yang menjadikan laut Indonesia sebagai jalur perdagangan dan transportasi antar negara. Kapal-kapal pengangkut minyak atau barang melintasi laut Indonesia menyebabkan terjadinya polusi laut. Salah satu penyebab terjadinya polusi laut adalah kontaminasi minyak yang disebabkan oleh kecelakaan kapal-kapal pengangkut minyak. Tumpahan minyak di laut memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia, ekosistem perairan, hilangnya keanekaragaman hayati, dan penurunan kualitas air (Varshney *et al.*, 2020). Upaya membersihkan tumpahan minyak secara efektif sangat diperlukan untuk mencegah rusaknya populasi dan ekosistem laut. Berbagai metode mekanis, kimia, dan biologis telah digunakan untuk mengatasi masalah kecelakaan tumpahan minyak di laut, di

antaranya adalah skimmer, bahan pendispersi minyak, bio degradasi, dan pembakaran di tempat (*in situ burning*) (Singh & Jelinek, 2020). Namun, metode tersebut memerlukan biaya yang mahal, memakan waktu, dan masih menyebabkan polusi sekunder. Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyerap minyak yang murah dan efisien banyak diminati. Penyerap minyak menggunakan spons dengan memanfaatkan panas matahari dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak dengan biaya yang murah dan dapat didaur ulang (Singh & Jelinek, 2020).

Material berpori berbahan kapas atau spons secara luas dimanfaatkan sebagai adsorber minyak. Akan tetapi material ini mudah mengalami penurunan performa absorpsi setelah digunakan 3-5 kali. Oleh karenanya diperlukan material pelapis yang dapat meningkatkan sifat hidrofobitas dan oleofilik dari material berpori tersebut. Salah satu material yang memiliki sifat hidrofobik dan oleofilik adalah *carbon dots* (Varshney *et al.*, 2020). *Carbon dots* merupakan material karbon yang berukuran nanopartikel yang berdimensi nol dengan ukuran 2-10 nm dengan bentuk kuasi-sferis yang memiliki kerangka atom karbon sp^2 hibridisasi dengan residu oksigen yang berlimpah dan permukaannya dilapisi dengan gugus oksigen, polimer, atau spesies lainnya (Qurrata *et al.*, 2018). *Carbon dots* mempunyai ciri khas berpendar dan pertama kali ditemukan pada tahun 2004 melalui pemurnian *Single-Walled Carbon Nanotubes* (Fatimah & Isnaeni, 2020). *Carbon dots* memiliki banyak gugus fungsi seperti epoksi, karbonil, hidroksil, dan karboksil pada permukaannya yang dapat menimbulkan hidrofilitas yang tinggi (Yuan *et al.*, 2016). *Carbon dots* memiliki beberapa sifat yang unik, yaitu bio-kompatibilitas, hidrofilik, mudah larut dalam air, tidak beracun, penyerapan seluler, toksisitas rendah, fluoresensi, dan fotoluminesensi yang unik. Disamping aplikasinya sebagai fotokatalis, penginderaan biologis, drug delivery, fotodinamik, dan sel surya, *carbon dots* juga berpotensi digunakan dalam remediasi dan penginderaan kontaminasi air. Hal ini didukung dengan toksisitasnya yang rendah, luas permukaan yang lebar karena ukurannya yang sangat kecil, dan stabilitas kimianya yang baik (Xia *et al.*, 2019). Kombinasi sifat super-hidrofobik dan oleofilik pada *carbon dots* menjadi langkah efektif dalam penyerapan minyak pada campuran air dengan minyak (Varshney *et al.*, 2020). Sehingga penggunaan *carbon dots* sebagai pelapis pada material berpori penyerap cairan seperti spons dapat meningkatkan daya absorpsinya secara signifikan.

Carbon dots dapat disintesis dari material yang mengandung karbon seperti grafit pensil. Grafit pensil merupakan bentuk alotropi karbon yang terdiri dari lapisan-lapisan tipis karbon yang tersusun dalam struktur heksagonal. Grafit pensil memiliki ketersediaan yang mudah, sensitivitas tinggi, dan biaya yang rendah (Karakaya & Dilgin, 2023). Grafit pensil dapat dimanfaatkan sebagai elektroda grafit pensil/*pencil graphite electrode* (PGEs) pada proses elektrokimia yang dapat menghasilkan sinyal elektrokimia yang lebih tajam dan sensitivitas yang tinggi dibandingkan dengan elektroda pasta karbon/*carbon paste electrode* (CPE) dan elektroda karbon kaca/*glassy carbon electrode* (GCE) (Karakaya & Dilgin, 2023). Grafit pensil dapat digunakan berulang-ulang sehingga menghasilkan *carbon dots* yang sangat banyak.

Metode yang dapat digunakan dalam sintesis *carbon dots* diklasifikasikan ke dalam dua cara, yaitu metode *bottom-up* dan *top-down*. Metode sintesis *bottom-up* merupakan metode sintesis karbon yang berasal dari material mentah (*raw material*) (Ghifari *et al.*, 2017). Metode sintesis yang termasuk ke dalam kategori *bottom-up* adalah pembakaran, microwave, hidrotermal, ultrasonik, oksida asam, dan support synthetic (Ghifari *et al.*, 2017). Metode *top-down* mensintesis *carbon dots* dari potongan besar material menjadi karbon berukuran nano, biasanya berasal dari material non-organik (Jing *et al.*, 2023). Metode sintesis yang termasuk dalam kategori *top-down* diantaranya sintesis elektrokimia, laser ablasi, plasma treatment, dan arc discharge. Teknik elektrokimia merupakan proses sintesis menggunakan reaksi elektrokimia. Dalam proses ini, digunakan grafit pensil sebagai anoda dan katoda. Teknik elektrokimia dipilih karena beberapa kelebihan, yaitu kemudahan dan kecepatan sintesis, memiliki kendali ukuran dan struktur, dan memiliki kemampuan modifikasi permukaan (Rocco *et al.*, 2023).

Hal tersebut yang mendasari untuk melakukan sintesis *carbon dots* yang berasal dari grafit pensil dengan teknik elektrokimia. Penggunaan grafit pensil sebagai *carbon dots* untuk pelapis material berpori menawarkan solusi untuk mengatasi masalah polusi laut yang disebabkan oleh tumpahan minyak dengan metode yang terjangkau, efisien, dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini diperlukan beberapa alat yang digunakan yaitu gelas ukur ukuran 100 mL, neraca digital, spons, kertas label, *magnetic stirrer*, spatula, botol kaca ukuran 150 mL, gelas kaca ukuran 50 mL, *power supply*, bolpoin, gunting, pinset, dan lampu halogen. Alat yang digunakan untuk karakterisasi material adalah pengujian *Ultraviolet-Visible*, fotoluminesensi, *Fourier transform infrared spectroscopy*, dan *transmission electron microscope*. Selain itu, penelitian ini diperlukan beberapa bahan antara lain grafit pensil 2B merek Faber Castell, etanol, NaOH, oli, akuades, dan etanol.

Sintesis Carbon Dots

Pembuatan *carbon dots* berasal dari grafit pensil 2B dengan merk Faber Castell. Sintesis *carbon dots* menggunakan metode *top-down* dengan cara elektrokimia. Pelarut yang digunakan pada proses sintesis *carbon dots* adalah 0,5 g NaOH dan 100 mL etanol. 0,5 g NaOH dilarutkan pada 100 mL etanol dengan menggunakan magnetic stirrer dengan putaran 1300 rpm. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam wadah elektrolisis dengan grafit pensil sebagai anoda dan katoda yang dihubungkan dengan Power Supply menggunakan arus 45-50 mA. Selanjutnya, proses elektrolisis dilakukan selama 2 jam. Setelah itu, sampel didiamkan selama 12 jam pada suhu ruang sampai warna larutan berubah menjadi warna coklat seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Larutan *carbon dots*

Karakterisasi *Carbon Dots*

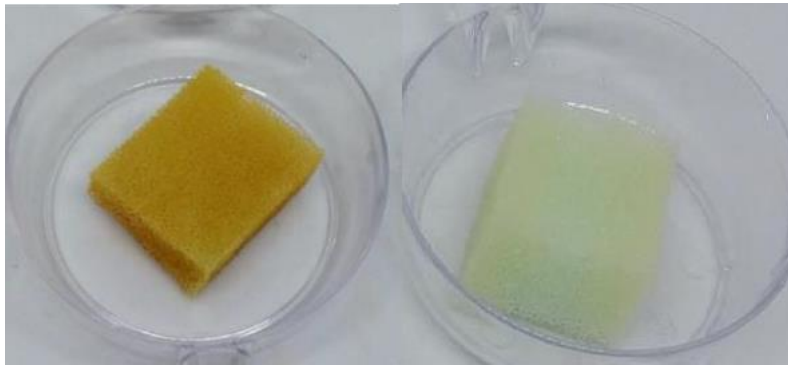
Karakterisasi *carbon dots* dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kemampuan dari *carbon dots*. Terdapat beberapa pengujian yang dibahas untuk keperluan penelitian ini diantaranya pengujian UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) untuk mengetahui puncak dari energi transisi dan absorbansi dari larutan *carbon dots*, fotoluminesensi pada panjang gelombang 320 nm untuk mengetahui peristiwa pendaran yang dihasilkan oleh larutan *carbon dots*, *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi dari larutan *carbon dots*, dan *transmission electron microscope* (TEM) untuk menentukan ukuran dari *carbon dots* yang telah disintesis.

Pengujian *Carbon Dots* sebagai Pelapis Spons untuk Optimasi Daya Serap Minyak

Tahap pengujian *carbon dots* sebagai pelapis spons untuk mengoptimasi daya serap minyak dibedakan menjadi empat tahapan, yaitu tahapan pelapisan spons dengan *carbon dots*, tahap pengujian menggunakan proses iradiasi, tahap pengujian menggunakan proses non-iradiasi, dan tahap perhitungan massa penyerapan dan kapasitas absorbansi.

Proses Pelapisan Spons Menggunakan Carbon Dots

Pelapisan spons dengan *carbon dots* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: spons dengan jenis *polyvinyl alcohol* dipotong dengan luas 1 cm² dengan tinggi 0,5 cm. Kemudian, potongan spons dicelupkan ke dalam *carbon dots* yang tersebar dalam etanol. Selanjutnya, potongan kapas yang telah dicelupkan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Ilustrasi spons yang telah dilapisi oleh *carbon dots* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spons *Polyvinyl Alcohol* (a) dilapisi dengan carbon dots (CDCS) (b) tanpa dilapisi *carbon dots*

Pengujian Daya Serap Spons Menggunakan Proses Iradiasi

Disiapkan tiga buah spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots*. Selanjutnya, dituangkan 30 mL air laut ke dalam 6 gelas kaca berukuran 50 mL dan ditetesi 3 mL oli. Spons sebelum dilakukan pengujian ditimbang menggunakan neraca digital untuk mengetahui massa awalnya. Tiga buah spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots* dimasukkan ke dalam gelas yang berisi minyak dan air laut. Kemudian, sampel dipanaskan dengan variasi suhu 35°C dan 65°C serta dengan variasi waktu pemanasan 10, 15, dan 20 menit. Setelah dilakukan pemanasan, spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots* ditimbang menggunakan neraca digital untuk mengetahui massa akhir.

Pengujian CDCS Menggunakan Proses Non-Iradiasi

Disiapkan tiga buah spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots*. Selanjutnya, dituangkan 30 mL air laut ke dalam 6 gelas kaca berukuran 50 mL dan ditetesi 3 mL oli. Spons sebelum dilakukan pengujian ditimbang menggunakan neraca digital untuk mengetahui massa awalnya. Tiga buah spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots* dimasukkan ke dalam gelas yang berisi minyak dan air laut. Kemudian, sampel diletakkan pada suhu ruang dengan waktu penyerapan 10 menit. Setelah proses penyerapan 10 menit, spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots* ditimbang menggunakan neraca digital untuk mengetahui massa akhir.

Perhitungan Massa Oli dan Kapasitas Absorpsi

Massa awal dan massa akhir spons, digunakan untuk mengetahui massa oli dan air yang terserap dan kapasitas absorbansi. Secara matematis perumusan massa oli dan kapasitas absorbansi dapat dilihat pada persamaan (1) dan persamaan (2) secara berurutan.

$$\text{Massa Oli} = B - A \quad (1)$$

$$\text{Kapasitas absorpsi (\%)} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

A = massa oli sebelum pengujian (gram)

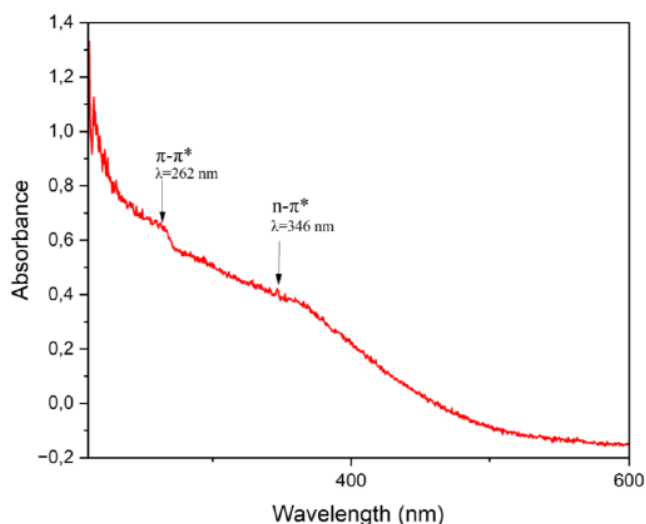
B = massa oli setelah pengujian (gram)

Kapasitas absorpsi = perbandingan jumlah massa yang terserap dengan massa awal spons (g/g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakterisasi *Ultraviolet-Visible* (UV)

Gambar 3 merupakan spektrum hasil pengukuran spektrofotometer UV-vis yang bertujuan untuk mengetahui spektrum serapan dari larutan *carbon dots* yang berasal dari grafit pensil. Sampel *carbon dots* dipreparasi dalam bentuk larutan kemudian dimasukkan ke dalam kuvet plastik dengan kapasitas 3,8 mL. *Carbon dots* dapat menyerap efektif pada beberapa panjang gelombang tertentu dan dapat menyerap elektron dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. *Carbon dots* memiliki diagram absorbansi UV-Vis antara 260-550 nm sedangkan panjang gelombang eksitasi bergantung pada spektrum emisi (Quratta *et al.*, 2018). Puncak spektrum absorbansi *carbon dots* yang berasal dari grafit pensil berada pada panjang gelombang 262 nm yang menunjukkan transisi elektron $\pi-\pi^*$ dari inti (*core*) *carbon dots*, sedangkan puncak spektrum absorbansi pada panjang gelombang 346 nm menunjukkan adanya transisi elektron $n-\pi^*$ dari permukaan (*surface state*).

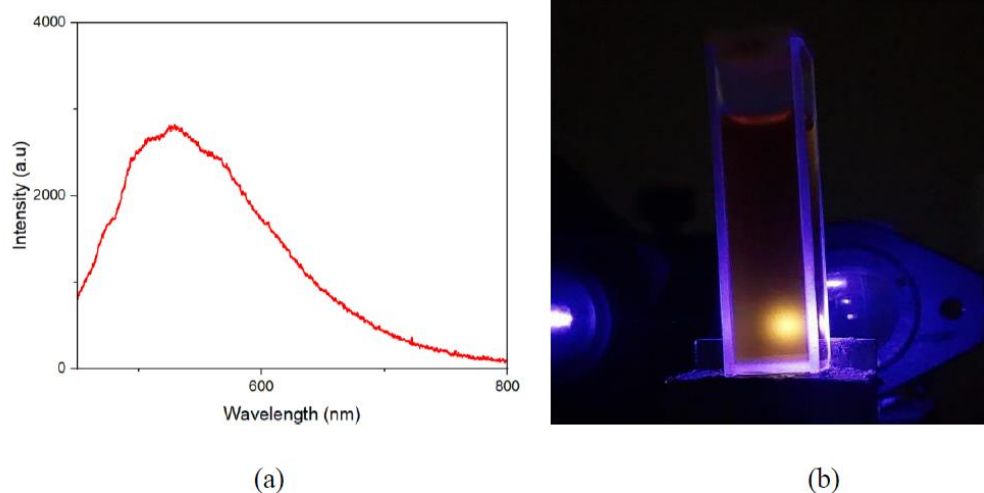


Gambar 3. Spektrum absorbansi *carbon dots* dari grafit pensil

Hasil Karakterisasi Fotoluminesensi

Pengujian fotoluminesensi merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui peristiwa pendaran yang dihasilkan oleh larutan *carbon dots*.

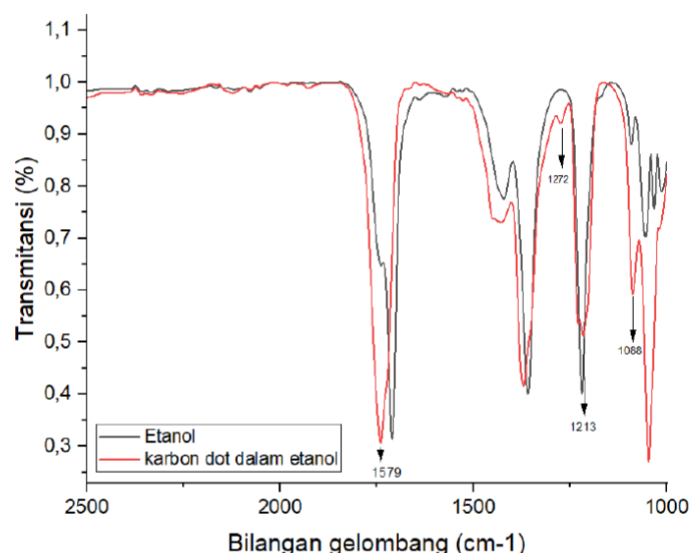
Fotoluminesensi juga dapat digunakan untuk menganalisis bentuk spektrum dari *carbon dots* (Fatimah & Isnaeni, 2020). Pada pengujian ini menggunakan laser dioda dengan panjang gelombang 405 nm. Pengujian ini dilakukan dengan memfokuskan sinar laser terhadap kuvet sampel yang berisi larutan *carbon dots*. Pendaran dari *carbon dots* kemudian ditangkap oleh lensa pengumpul kemudian difokuskan menuju detektor. Pendaran dapat terjadi karena adanya pembangkit elektron yang mendapatkan energi dari sinar laser dioda yang digunakan. Energi dari laser dioda menyebabkan terjadinya eksitasi dan dieksitasi berupa loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi pada keadaan tertentu elektron, kemudian elektron akan kembali mengisi kekosongan yang semula ditinggalkan (Qurrata *et al.*, 2018). Dari hasil pengujian diperoleh grafik fotoluminesensi dan hasil pendaran yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil pengujian fotoluminesensi dari *carbon dots* yang berasal dari grafit pensil diperoleh puncaknya berada pada panjang gelombang 530 nm.



Gambar 4. (a) Spektrum fotoluminesensi *carbon dots* dari grafit pensil dan (b) Hasil pendaran *carbon dots* dari grafit pensil

Hasil Karakterisasi *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pada karakterisasi FTIR, mekanisme identifikasinya melalui pita absorbansi atau transmitansi inframerah. Pita absorbansi dijelaskan dalam sebuah spektrum yang menunjukkan nilai gelombang dari gugus spesifik. Selain itu, pita absorbansi dapat mengkonfirmasi keberadaan ikatan kimia dalam zat tertentu. Sampel yang dilakukan pengujian FTIR adalah larutan *carbon dots* dari grafit pensil dan etanol. Grafik pengujian FTIR berupa hubungan antara bilangan gelombang dengan transmitansi. Setelah diperoleh data hasil pengujian dari masing-masing sampel akan dilakukan plot grafik menggunakan bantuan *software Origin* untuk dianalisa gugus fungsinya. Plot grafik hasil pengujian FTIR dari sampel *carbon dots* dari grafit pensil dan etanol dapat dilihat pada Gambar 5.

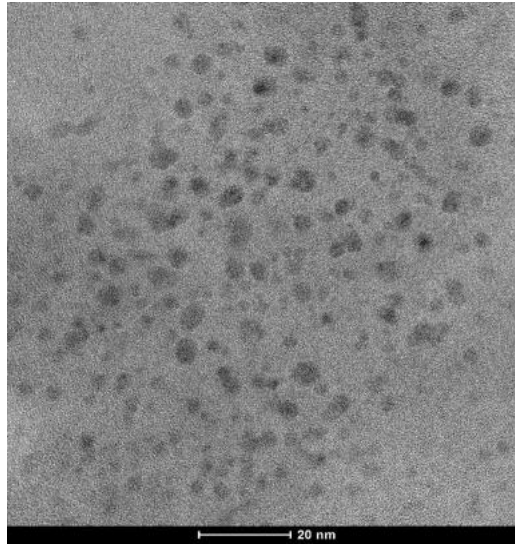


Gambar 5. Spektrum FTIR Sampel Etanol dan *Carbon dots* dalam Etanol

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa spektrum FTIR *carbon dots* mirip dengan spektrum FTIR etanol, kecuali pada empat puncak. Keempat puncak FTIR berada pada bilangan gelombang 1579 cm^{-1} , 1272 cm^{-1} , 1213 cm^{-1} , dan 1088 cm^{-1} . Kelima puncak tersebut merepresentasikan gugus fungsi dari ikatan penyusun *carbon dots* dari grafit pensil. Pada puncak bilangan 1579 cm^{-1} , mengkonfirmasi terbentuknya gugus fungsi vibrasi ikatan N—H, dan pada puncak bilangan 1272 cm^{-1} , 1213 cm^{-1} , dan 1088 cm^{-1} mengkonfirmasi terbentuknya gugus vibrasi ikatan C—O.

Hasil Karakterisasi *Transmission Electron Microscope* (TEM)

Pengujian *Transmission Electron Microscope* (TEM) bertujuan untuk mengetahui ukuran dari *carbon dots*. TEM atau yang biasa dikenal dengan mikroskop elektron merupakan sebuah mikroskop yang dapat membentuk perbesaran objek hingga dua juta kali dengan menggunakan elektron statik dan elektro magnetik yang dapat digunakan untuk mengontrol pencahayaan, tampilan gambar, dan resolusi gambar. Sejumlah elektron ditransmisikan melalui sebuah spesimen yang tipis dan berinteraksi dengan spesimen yang dilewati. Sinar elektron mengiluminasi spesimen dan menghasilkan gambar di atas layar fosfor. Pada TEM, sampel disiapkan sangat tipis sehingga elektron dapat menembusnya kemudian hasil dari tembusan elektron tersebut diolah menjadi gambar (Leng, 2013). Hasil pengujian TEM *carbon dots* dari grafit pensil dapat dilihat pada Gambar 6.

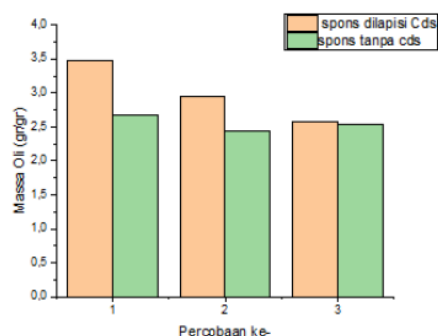


Gambar 6. Hasil pengujian TEM *carbon dots* dari grafit pensil

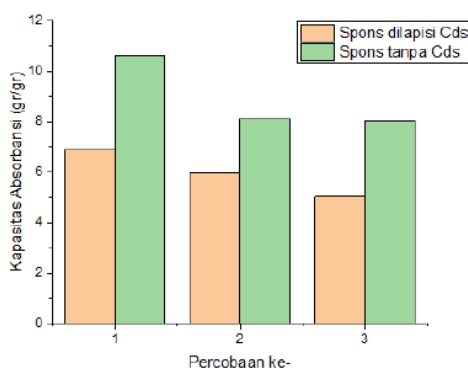
Dari hasil pengujian TEM dilakukan analisa menggunakan *software* Image J untuk mengetahui distribusi ukuran partikel dari *carbon dots*. Dari hasil analisa diperoleh distribusi ukuran partikel berada di antara 1 nm sampai dengan 6 nm dan ukuran dominan dari *carbon dots* adalah 3 nm. Dapat dilihat pada gambar, bahwa terdapat *carbon dots* yang memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu kurang dari 5 nm sehingga dapat disebut sebagai *carbon quantum dots*.

Pengujian Daya Serap Spons dengan Proses Iradiasi

Proses iradiasi merupakan proses pengujian daya serap panas dengan memanfaatkan cahaya lampu halogen. Lampu halogen memiliki suhu 65°C setara dengan cahaya matahari ketika berada di atas air laut. Proses iradiasi dapat mempercepat daya serap spons karena adanya perubahan porositas dan ukuran pori. Pada proses iradiasi ini ukuran pori pada spons lebih terbuka sehingga dapat meningkatkan kemampuan spons dalam menyerap oli. Diagram perbandingan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



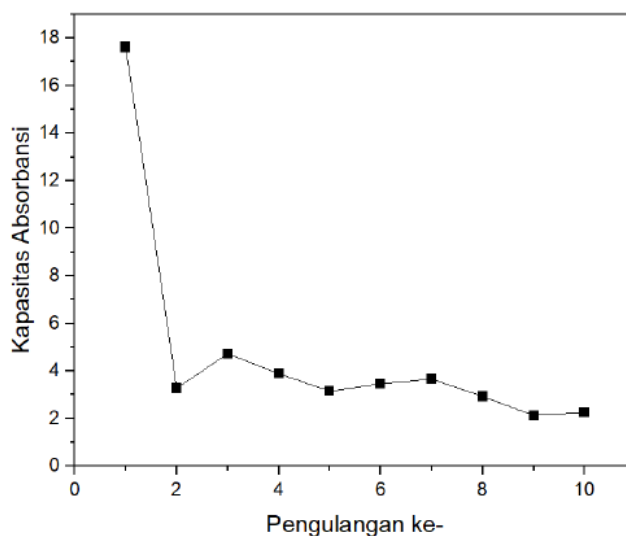
Gambar 7. Hasil Pengujian Daya Serap Spons dengan Proses Iradiasi



Gambar 8. Hasil Analisa Kapasitas Absorbansi Spons dengan Proses Iradiasi

Dari hasil penelitian, spons yang dilapisi *carbon dots* memiliki massa oli yang terserap lebih besar dibandingkan dengan spons tanpa *carbon dots*. Akan tetapi spons yang dilapisi *carbon dots* memiliki kapasitas absorbansi yang lebih kecil dibandingkan spons tanpa *carbon dots*. Hal tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan massa awal yang dapat mempengaruhi perhitungan kapasitas absorbansi.

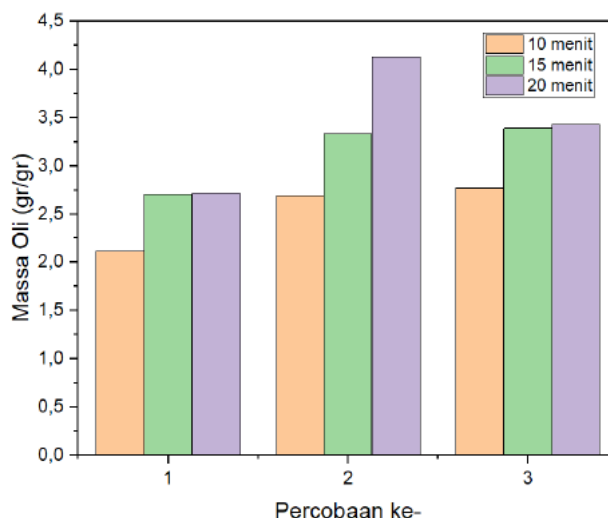
Untuk mengetahui performa spons yang telah dilapisi dengan *carbon dots*, maka dilakukan percobaan sebanyak 10 kali. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa spons yang dilapisi *carbon dots* mengalami peningkatan performa pada percobaan pertama sampai dengan ketiga, namun mengalami penurunan performa penyerapan keempat sampai dengan kesepuluh. Hal tersebut disebabkan oleh spons mengalami pengecilan pori, berkurangnya jumlah *carbon dots* dalam spons, dan mulai rusaknya struktur spons. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik uji performa daya serap spons dilapisi *carbon dots*

Untuk mengetahui seberapa efektif waktu serap spons yang digunakan pada proses iradiasi ini, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan variasi waktu perendaman. Spons yang digunakan pada penelitian ini adalah spons yang telah dilapisi

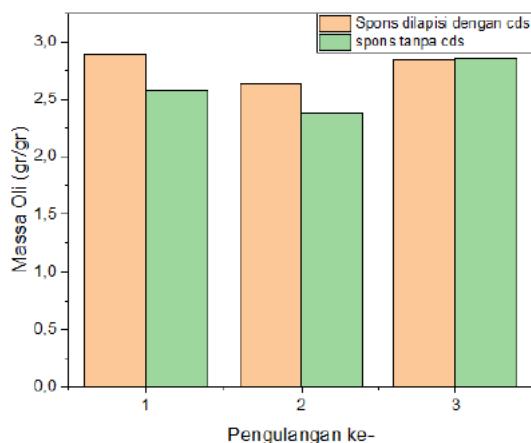
dengan *carbon dots*. Variasi waktu perendaman adalah 10, 15, dan 20 menit. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin lama waktu perendaman maka semakin banyak massa oli yang diserap oleh spons. Perbandingan hasil massa oli yang terserap tiap variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 10.



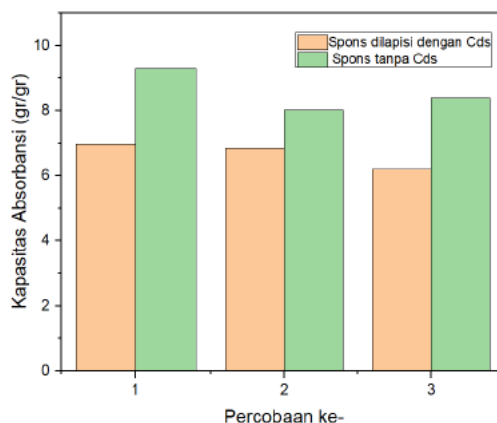
Gambar 10. Pengaruh waktu perendaman terhadap daya serap spons

Pengujian Daya Serap Spons dengan Proses Non-Iradiasi

Proses non-iradiasi merupakan proses uji daya serap dengan menggunakan suhu ruang atau suhu kamar. Pada proses ini, menggunakan spons yang dilapisi dengan *carbon dots* dan spons tanpa *carbon dots*. Dari hasil penelitian dengan proses iradiasi, diperoleh bahwa daya serap spons dapat meningkat ketika spons dilapisi dengan *carbon dots*. Spons yang dilapisi dengan *carbon dots* memiliki daya serap oli yang lebih besar dibandingkan dengan spons tanpa *carbon dots*, akan tetapi kapasitas absorbansi spons tanpa *carbon dots* lebih besar dibandingkan dengan spons yang dilapisi dengan *carbon dots*. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan massa awal spons yang digunakan sehingga berpengaruh terhadap perhitungan kapasitas absorbansi. Diagram perbandingan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Hasil pengujian daya serap spons dengan proses non-iradiasi



Gambar 12. Hasil pengujian kapasitas adsorpsi spon dengan proses non-iradiasi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *carbon dots* telah berhasil disintesis melalui karakterisasi UV-Vis, fotoluminesensi, FTIR, dan TEM. Ukuran dominan dari *carbon dots* tersebut adalah 3 nm, yang mengindikasikan bahwa itu merupakan *carbon quantum dots*. Penambahan pelapisan *carbon dots* dalam spon menunjukkan peningkatan daya serap spon. Meskipun demikian, efektivitas daya serap spon cenderung menurun ketika digunakan secara berulang. Selain itu, penggunaan proses iradiasi juga terbukti dapat meningkatkan daya serap spon.

DAFTAR PUSTAKA

- Xia, C., Zhu, S., Feng, T., Yang, M. & Yang, B. 2019. Evolution and synthesis of carbon dots: from carbon dots to carbonized polymer dots. *Advanced Science*. 6(23): 1901316.
- Fatimah, S. & Isnaeni, I. 2020. Sintesis dan analisis fotoluminisens carbon dots dari kandungan karbohidrat *Musa cavendishii* berbasis pemanasan microwave. *Dewantara Journal of Technology*. 1(1): 8-11.
- Yuan, F., Li, S., Fan, Z., Meng, X., Fan, L. & Yang, S. 2016. Shining carbon dots: Synthesis and biomedical and optoelectronic applications. *Nano Today*. 11(5): 565-586.
- Ghifari, A.D.A., Putra, W.P., & Isnaeni, I. (2017). Analisis fotoluminesensi karbon dot dari daun teh dan daun pepaya dengan teknik microwave. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. 6: 19-26.
- Jing, H.H., Bardakci, F., Akgöl, S., Kusat, K., Adnan, M., Alam, M.J., Gupta, R., Sahreen, S., Chen, Y., Gopinath, S.C. & Sasidharan, S. 2023. Green carbon dots: synthesis, characterization, properties and biomedical applications. *Journal of Functional Biomaterials*. 14(1): 27.
- Karakaya, S. & Dilgin, Y. 2023. The application of multi-walled carbon nanotubes modified pencil graphite electrode for voltammetric determination of favipiravir used in COVID-19 treatment. *Monatshefte für Chemie*. 154(7): 729-739.

- Leng, Y. 2013. *Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods*. John Wiley & Sons. Singapore.
- Qurrata, A., Isaeni, D., Ramlan, N.M. & Putri, R.H. 2018. Perbandingan sifat optik Karbon Dots (C-Dots) dari daun mangga kering dan segar. *Seminar Nasional Quantum*. Vol. 25: 2477-1511.
- Rocco, D., Moldoveanu, V.G., Feroci, M., Bortolami, M. & Vetica, F. 2023. Electrochemical synthesis of carbon quantum dots. *ChemElectroChem*. 10(3): e202201104.
- Singh, S. & Jelinek, R. 2020. Solar-mediated oil-spill cleanup by a carbon dot-polyurethane sponge. *Carbon*. 160: 196-203.
- Varshney, N., Tariq, M., Arshad, F. & Sk, M.P. 2022. Biomass-derived carbon dots for efficient cleanup of oil spills. *Journal of Water Process Engineering*. 49: 103016.