

SINTESIS KARBON SUBMIKROMETER (SMC) MENGGUNAKAN METODE RADIASI MICROWAVE DAN ANALISIS SIFAT FOTOLUMINESSENSINYA.

SYNTHESIS OF SUBMICROMETER CARBON (SMC USING MICROWAVE RADIATION METHODS AND THEIR PHOTOLUMINESCENCE PROPERTIES ANALYSIS.

Tahniah Ida Fitriani¹, I. P. Handayani^{2*}, Memoria Rosi³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

tahniahida@telkomuniversity.ac.id¹, iphandayani@telkomuniversity.ac.id²

memoriarosi@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Submicrometer Carbon Particles (SMC) umumnya merupakan material berbasis karbon dengan ukuran mulai dari 100-1000 nm yang memiliki keunggulan dapat memancarkan *photoluminescence (PL)* yang kuat sehingga dapat diaplikasikan di bidang *medicine* dan optoelektronik. Karakterisasi sifat PL bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi sintesis terhadap emisi yang dipancarkan. Penelitian ini penulis telah membuat SMC dengan metode radiasi *microwave*. Prekursor dan *solvent* yang digunakan dalam sintesis berupa lisin dan aquades dengan lama waktu sintesis yang divariasikan dari 80, 120, 240 dan 360 detik. Hasil pengujian PL menunjukkan adanya pendaran di kisaran panjang gelombang 400 – 650 nm (cahaya tampak) dengan intensitas emisi yang meningkat seiring dengan meningkatnya waktu reaksi. Intensitas maksimum dicapai saat sampel disintesis 240 detik. Selanjutnya, saat disintesis 360 detik terjadi penurunan intensitas emisi PL yang disinyalir akibat kepekatan larutan saat dilakukan pengukuran di Lab Material. Hasil karakterisasi *Particle Size Analyzer (PSA)* dari sampel 80 detik menunjukkan adanya dua ukuran rata-rata partikel di dalam sampel yaitu, dalam kisaran 350.7 nm dan 2395.5 nm. Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil karakterisasi *Scanning Electron Microscopy (SEM)* yang menunjukkan rata-rata ukuran partikel kisaran 133.42 nm dan terdapat beberapa *aglomerasi*. Pengukuran EDX menunjukkan sampel terdiri dari C, O, In dan Cl. Karakterisasi lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui pengaruh waktu sintesis terhadap ukuran SMC dan fotoluminesensi yang dihasilkan.

Kata Kunci: SMC, lisin, *microwave*, PL, PSA, SEM.

Abstract

Submicrometer Carbon Particles (SMC) are generally defined as the carbon submicro-materials with a sizes ranging from 100-1000 nm. SMC have superior optical properties, especially those that can emit strong *photoluminescence (PL)*, so that can be applied in the fields of *bio-imaging* and optoelectronics. Further research is needed to characterize PL properties to determine the effect of synthesis reaction time on emitted emissions. In this study, the SMC were synthesied using the *microwave radiation method*. The precursors and solvents used in the synthesis were Lysine and Aquades, respectively, with varying synthesis times from 80, 120, 240 and 360 seconds. The PL characterizations show the presence of luminescence in the wavelength range of 400 – 650 nm (visible light) with emission intensity that increases with the increasing reaction time. The maximum intensity is achieved at synthesis time of 240 seconds. Furthermore, when synthesized for 360 seconds, there was a decrease in the intensity of PL emission. The results of the *Particle Size Analyzer (PSA)* characterization of the 80 second sample showed that the particle size consisted of two groups, where the first had a particle size in the range of 350.7 nm and 2395.5 nm. These results are slightly different with the *Scanning Electron Microscopy (SEM)* characterization which shows the average of particle sizes are about 133.42 nm and there are some *agglomerations*. The EDX measurement shows the sample consists of C, O, In and Cl. Further characterization is needed to study the effect of synthesis time on the SMC size and the resulting *photoluminescence*.

Keywords: SMC, lysine, *microwave*, PL, PSA, SEM.

1. Pendahuluan

Era revolusi teknologi kini semakin hari semakin berkembang, salah satunya adalah penggunaan material dibidang nanoteknologi. Pengertian dari submikrometer partikel adalah material yang memiliki ukuran berkisaran antara 100-1000 nm. Salah satu jenis submikro partikel berbasis karbon dengan ukuran berkisar 100-1000 nm adalah *Submicrometer Carbon Particles* (SMC) [1]. Dengan keunggulannya yang mudah larut dalam air serta memancarkan fotoluminesensi, SMC-nanopartikel menjadi keunggulan di keluarga karbon karena bahan karbon memiliki sifat yang tidak berbahaya, mudah ditemukan, relatif murah dan mudah untuk disintesis [2]. Karena sifat unggul inilah SMC sering diimplementasikan pada aplikasi seperti perangkat optoelektronik [3-4], *bio-imaging* [2], dan agen pembawa obat [5] karena memiliki biokompabilitas yang sangat baik.

SMC dapat disintesis menggunakan metode *Bottom-up* dan *Top-Down*. Metode *Top-Down* dilakukan dengan memecah material non-organik yang berukuran besar menjadi material karbon berukuran nano, contohnya sintesis ablasi laser dan *arc discharge*. Sedangkan, metode *Bottom-Up* dilakukan dengan menggunakan prekursor organik karbohidrat untuk membentuk partikel SMC, contohnya seperti sintesis elektrokimia, pirolisis organik, hidrotermal, dan radiasi *microwave* [6]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Astuti Lestari (2020) [7] berhasil membentuk SMC melalui pirolisis *microwave* dibantu sintering dengan suhu 700°C dari sumber karbon getah karet alam selama 1 jam dengan memvariasikan konsentrasi larutan. Umumnya, bahan dasar yang dapat digunakan untuk pembuatan SMC ialah semua bahan yang memiliki unsur karbon didalamnya. Beberapa bahan karbon alami yang pernah digunakan adalah bambu, tempurung kelapa, getah karet dan jerami [8]. Keunggulan metode *microwave* adalah proses sintesis yang terbilang cepat, hemat biaya serta ramah lingkungan [9].

Bahan Lisin dipilih sebagai alternatif prekursor karena mudah ditemukan pada makanan disekitar. Lisin merupakan salah satu asam amino yang dapat ditemukan pada makanan berprotein tinggi seperti telur, daging, kacang-kacangan, dll dengan hasil QY fotoluminesensi dari penelitian sebelumnya berkisar 23,3 % [10]. Sintesis menggunakan metode *Bottom-Up* dengan radiasi *microwave* dipilih karena dianggap sebagai metode yang paling sederhana dan sudah banyak yang membuktikan keberhasilannya, selain itu yang menjadi pertimbangan selanjutnya ialah untuk menyesuaikan keterbatasan alat yang tersedia di lab. Dalam penelitian ini, penulis mensintesis SMC menggunakan radiasi *microwave* dengan lisin dan pelarut aquades sebagai prekursor serta melakukan karakterisasi SMC dengan melihat hasil PL, UV-Vis, *Particle Size Analyzer* (PSA) dan *Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM/EDX). Sintesis SMC dilakukan menggunakan radiasi *microwave* dengan memvariasi lama waktu sintesis untuk mendapatkan emisi yang beragam. Pengujian PL diamati dengan menggunakan *set-up* alat sederhana yang dilaksanakan di Laboratorium Material dan Modeling Teknik Fisika. Dengan dilakukannya penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan informasi yang berguna untuk kemajuan nanoteknologi kedepannya.

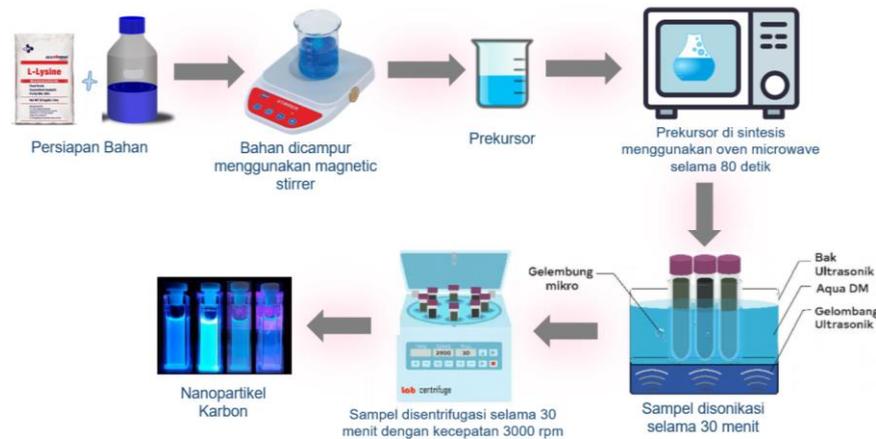
2. Perancangan Penelitian

2.1 Proses Pembuatan Larutan Lisin

Pembuatan larutan lisin dilakukan dengan cara mencampurkan 3 gram L-Lysine dengan 15 mL aquades dan diaduk selama 1 – 2 menit menggunakan *digital magnetic stirrer* sehingga menghasilkan larutan prekursor. Larutan prekursor kemudian dipindahkan ke dalam gelas *beaker* untuk disimpan di oven *microwave*.

2.2 Proses Sintesis SMC menggunakan Metode *Microwave*

Larutan prekursor dimasukkan ke dalam Oven *Microwave* Sharp R-728-IN dengan power level 70 selama 80 – 360 detik. Selama proses sintesis berlangsung terjadi pengurangan volume serta perubahan warna pada prekursor. Hasil dari pemanasan *microwave* tersebut berbentuk larutan yang lebih pekat dari sebelumnya dengan tingkat kepekatan yang berbeda tiap konsentrasinya. Larutan diambil sebanyak 5 mL lalu diencerkan dengan aquades dan disonikasi menggunakan ultrasonikator *bath* selama 30 menit. Setelah disonikasi, masing-masing larutan dimasukkan ke dalam *centrifuge bottle tubes* 10 ml dan disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan endapan yang lebih berat dengan *supernatant* larutan. Saat proses sentrifugasi berlangsung terdapat dua gaya yang bekerja di dalamnya yaitu gaya sentrifugal dan gaya gravitasi. Endapan yang berada di bawah larutan terjadi akibat gaya gravitasi yang dimiliki lebih besar, sedangkan *supernatant* terjadi akibat gaya gravitasi yang seimbang dengan gaya sentrifugalnya sehingga *supernatant* larutan berada di atas. Selanjutnya, hasil akhir larutan ini kemudian digunakan untuk karakterisasi.



Gambar 2.1 Proses sintesis SMC

2.3 Deposisi

Proses deposisi lapisan dengan menggunakan metode *drop casting*. Larutan yang telah disonikasi diambil dengan menggunakan *micropipette* dengan ukuran $5\mu\text{l}$ dan ditetaskan ke atas substrat ITO/PET. Selanjutnya, dilakukan pengeringan pada sampel menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu yang diatur agar tidak melebihi 70°C . Pengeringan dilakukan selama sampel tidak mengandung pelarut, jika masih terdapat pelarut maka waktu pengeringan ditambah dengan suhu yang sama seperti sebelumnya.

2.4 Pengujian Particle Size Analyzer (PSA)

Pengujian PSA digunakan untuk menentukan ukuran dan persebaran partikel sampel yang dilaksanakan di Laboratorium Nano Center ITB menggunakan alat uji Horiba Scientific SZ-100.

2.5 Pengujian Ultraviolet-Visible (UV-Vis)

Pengujian UV-Vis digunakan untuk melihat panjang gelombang absorpsi dari sampel SMC yang dilaksanakan di Laboratorium Nano Center ITB menggunakan alat uji Thermo Scientific Evolution 220 UV-Vis spektrofotometer.

2.6 Pengujian Photoluminescence (PL)

Pengujian PL digunakan untuk mengetahui informasi terkait pancaran emisi yang terjadi setelah dilakukan pengujian. Dimana pengujian ini dilakukan di Lab. Laser P2 Fisika LIPI Puspiptek menggunakan alat uji Picosecond Laser TC SPC dan dilakukan secara mandiri menggunakan alat spektrofotometer AvespecULS2048XL-EVO dengan sumber sinar yang ditembakkan adalah laser diode panjang gelombang 405 nm. Sumber laser yang ditembakkan digunakan untuk mengukur spektrum emisi (pendaran) dari sampel yang melewati sebuah lensa. Kemudian spektrum fluorens ditangkap oleh fiber optik dan diarahkan ke spectrometer Avantes. Selanjutnya, hasil spektrum pengujian PL akan ditransmisikan ke PC (*Computer*) menggunakan *software avasoft8* dalam bentuk grafik.



Gambar 2.2 Skema set-up alat pengujian PL

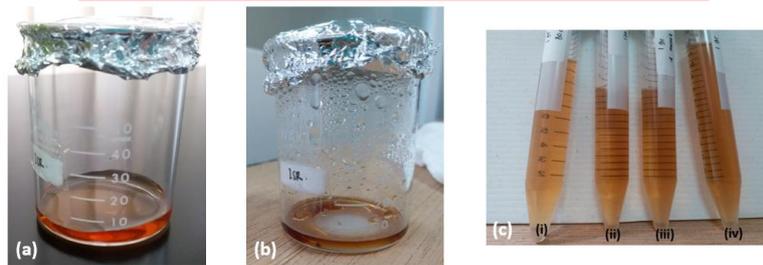
2.7 Pengujian Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM)

Pengujian SEM/EDX digunakan untuk menentukan morfologi atau topologi permukaan serta unsur yang terkandung pada sampel dengan menggunakan alat uji SEM Hitachi SU3500 yang dilaksanakan di Laboratorium Nano Center ITB.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Sintesis Variasi SMC menggunakan Metode *Microwave*.

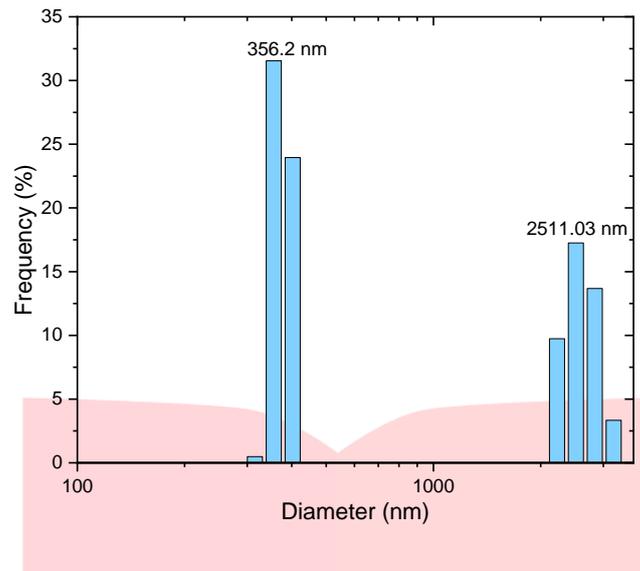
Sintesis SMC dilakukan dengan mencampurkan bahan *lysine* ke dalam pelarut aquades menggunakan *magnetic stirrer* (Gambar 3.1 (a)). Kemudian, disintesis menggunakan metode radiasi *microwave* dengan lama waktu yang divariasikan dari 80, 120, 240 dan 360 detik. Saat proses sintesis berlangsung terjadi proses karbonisasi, prekursor mengalami pengurangan volume dan perubahan warna ke coklat seiring dengan bertambahnya lama waktu sintesis seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 (b). Sedangkan, gambar 3.1 (c) menunjukkan hasil akhir sampel yang sudah dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1:1. Kemudian sampel disonikasi dan disentrifugasi dengan waktu masing-masing selama 30 menit. Saat proses sentrifugasi berlangsung, sampel tidak mengalami perubahan warna hal ini menandakan tidak terdapat perbedaan densitas dan partikel cenderung seimbang. Terlihat sampel yang disintesis dengan waktu (i) 80, (ii) 120, (iii) 240 dan (iv) 360 detik memiliki kepekatan yang berbeda. Semakin lama waktu sintesis yang dilakukan maka hasil akhir sampel terlihat lebih pekat.



Gambar 3. 1 Prekursor lysine dan aquades (a) sebelum disintesis, (b) sesudah disintesis dan (c) hasil akhir sampel yang divariasikan lama waktu sintesis.

3.2 Hasil Karakterisasi PSA

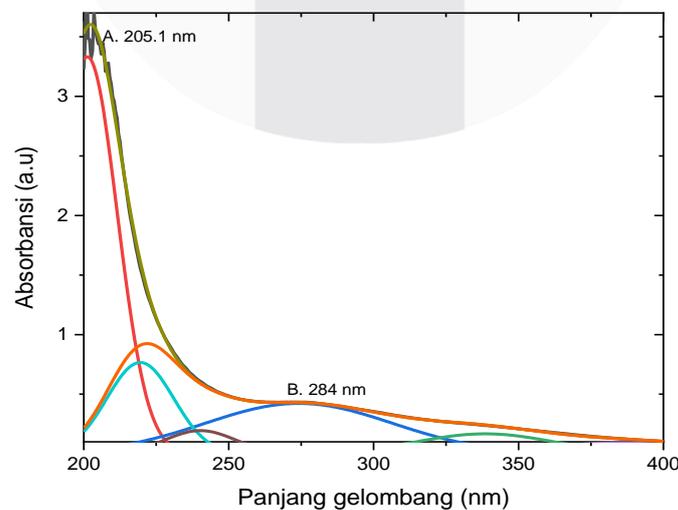
Karakterisasi PSA dilakukan pada sampel yang disintesis selama 80 detik menggunakan alat Horiba SZ-100 sehingga dihasilkan grafik seperti pada gambar 3.2. Pada hasil grafik menunjukkan ukuran partikel terdiri dari dua kelompok, dimana yang pertama memiliki ukuran partikel dalam kisaran 300–450 nm dengan populasi 56% dan yang kedua memiliki ukuran partikel dalam kisaran 2000-3800 nm dengan populasi 44%. Pada distribusi tertinggi pertama memiliki 31.55% jumlah setiap ukuran dari total keseluruhan volume dengan ukuran partikel 350.7 nm. Sedangkan, distribusi tertinggi kedua memiliki 17% jumlah setiap ukuran dari total keseluruhan volume dengan ukuran partikel 2395.5 nm. Hasil akhir menunjukkan bahwa ukuran rata-rata dari kedua kelompok yakni 353.4 nm dan 2447.2 nm.



Gambar 3.2 Hasil karakterisasi PSA

3.3 Hasil Karakterisasi UV-Vis

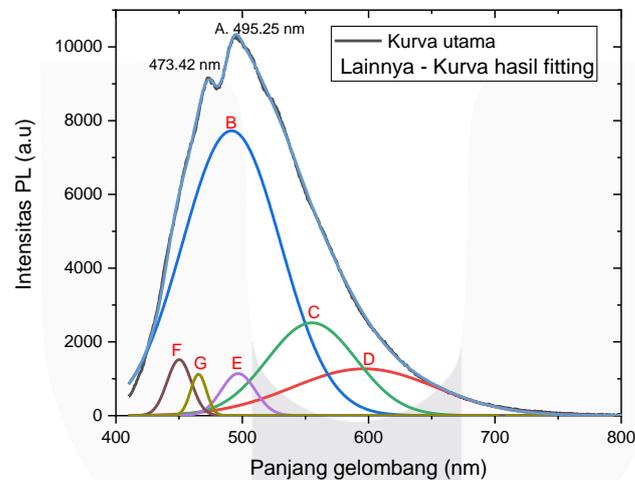
Karakterisasi Uv-Vis dilakukan pada sampel yang disintesis selama 80 detik menggunakan alat Thermo Scientific Evolution 220 UV-Vis spektrofotometer sehingga didapatkan hasil grafik seperti pada gambar 3.3. Gambar 3.3 menunjukkan hasil spektrum Uv-Vis dengan rentang panjang gelombang 200-500 nm yang sudah diencerkan sebanyak 10x. Dari hasil grafik gambar di bawah terlihat puncak serapan yang kuat (titik A) berada di panjang gelombang 201.5 nm, serapan ini dianggap berasal dari transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ dari *core* (C=C/C=O). Dan serapan luas yang lemah (titik B) berada di panjang gelombang 284 nm, sedangkan serapan ini dianggap berasal dari transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ dari *surface* (gugus *carbonyl*) [10]. Celah pita yang dimiliki titik A dan B masing-masing sebesar 6.15 eV dan 4.37 eV. Saat dilakukan *fitting* pada spektrum absorbansi menggunakan *software* Fytk didapatkan spektrum penyusun (garis merah, biru dan tosca) yang membentuk puncak utama spektrum absorbansi (garis hitam/hijau lumut). Hasil *fitting* menunjukkan terdapat spektrum penyusun di sekitar panjang gelombang 219.5 nm (garis tosca) yang berasal dari transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ dan memiliki nilai absorbansi kecil sehingga tidak terlihat pada spektrum utama absorbansi [11].

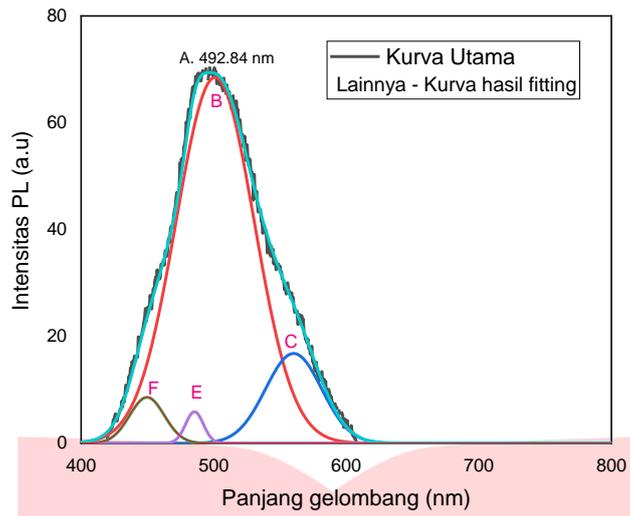


Gambar 3.3 Spektrum Uv-Vis SMC.

3.4 Hasil Karakterisasi Photoluminescence (PL)

Karakterisasi PL dilakukan dua kali menggunakan sampel yang disintesis selama 80 detik. Pengujian pertama, dilakukan di Lab Fisika LIPI Serpong menggunakan alat Picosecond Laser TC SPC dengan sumber cahaya dari sinar laser diode panjang gelombang eksitasi 405 nm dan didapatkan hasil seperti pada gambar 3.4 (a). Dari hasil grafik terlihat intensitas fluoresensi maksimum berada di panjang gelombang 495.5 nm. Sedangkan, pada pengujian kedua dilakukan di Lab Material Teknik Fisika Tel-U menggunakan *set-up* alat yang dirancang sendiri sedemikian rupa dengan sumber cahaya dari sinar laser diode panjang gelombang eksitasi 405 nm dan didapatkan hasil seperti pada gambar 3.4 (b). Dari hasil grafik terlihat intensitas fluoresensi maksimum berada di panjang gelombang 492.84 nm. Pada kedua gambar terlihat hasil karakterisasi PL yang dilakukan dengan alat berbeda menghasilkan intensitas fluoresensi maksimum yang sama yaitu mendekati panjang gelombang 500 nm. Pada spektrum tersebut menunjukkan adanya proses rekombinasi antar *state* yang disebut rekombinasi eksiton. Akan tetapi, intensitas yang dihasilkan dari keduanya sangat berbeda, dimana PL yang dihasilkan saat pengujian di LIPI memiliki intensitas yang besar yaitu >10.340. Sedangkan, PL yang dihasilkan saat pengujian sendiri di Lab hanya memiliki intensitas > 69, hal ini dikarenakan sensitivitas alat yang digunakan saat karakterisasi jauh berbeda. Saat dilakukan *fitting* menggunakan *software* *fytik* terdapat beberapa spektrum penyusun PL yang membentuk puncak utama PL (Tabel 1). Setelah dibandingkan kedua hasil karakterisasi PL, terlihat spektrum penyusun puncak utama PL berada di panjang gelombang B, C, D, E, F, G (gambar 4.4 a) dan B, C, E, F (gambar 4.4 b). Banyaknya spektrum penyusun PL menunjukkan bahwa SMC yang disintesis selama 80 detik menghasilkan ukuran partikel yang tidak seragam, sehingga mempengaruhi celah pita (*band gap*) dari masing-masing partikel. Celah pita yang paling mendominasi pada partikel SMC adalah 2.5 eV dan 2.495 eV (titik B) yang terjadi akibat transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ [10,13]. Hasil dari kedua karakterisasi di atas menunjukkan panjang gelombang PL di 495 nm sesuai dengan warna pendaran yang dihasilkan pada sampel yaitu warna biru-hijau.

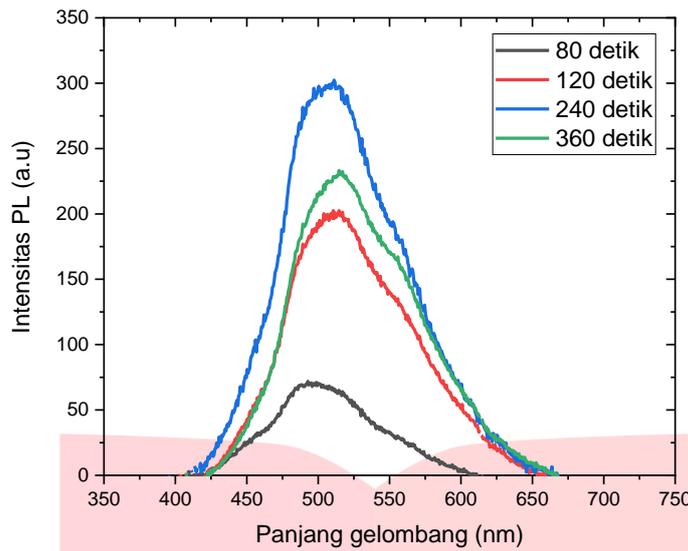




Gambar 3.4 Hasil karakterisasi PL (a) Pengujian di LIPI dan (b) Pengujian sendiri.

Tabel 1. Hasil Kalkulasi Karakterisasi PL 80 detik.

Puncak	Parameter	Hasil Pengukuran di LIPI (a)	Hasil Pengukuran Sendiri (b)
A	Posisi	495.25 nm	496.97 nm
	FWHM	91.3 nm	81.15 nm
	Intensitas	10340.2	69.40
B	Posisi	490.46 nm	501.413 nm
	FWHM	57.87 nm	58.8 nm
	Intensitas	7723.1	68.478
C	Posisi	554.218 nm	560.51 nm
	FWHM	70.44 nm	42.0244 nm
	Intensitas	2533.7	16.71
D	Posisi	596.1 nm	-
	FWHM	112.77 nm	-
	Intensitas	1344.65	-
E	Posisi	496.85 nm	485.91 nm
	FWHM	26.81 nm	16.335 nm
	Intensitas	1132.99	5.89
F	Posisi	450.25 nm	449.43 nm
	FWHM	19.01 nm	25.27 nm
	Intensitas	1528.3	8.62
G	Posisi	464.93 nm	-
	FWHM	12.52 nm	-
	Intensitas	1104.98	-



Gambar 3.5 Spektrum PL untuk variasi lama waktu berbeda.

Tabel 2. Hasil Kalkulasi Karakterisasi Variasi PL.

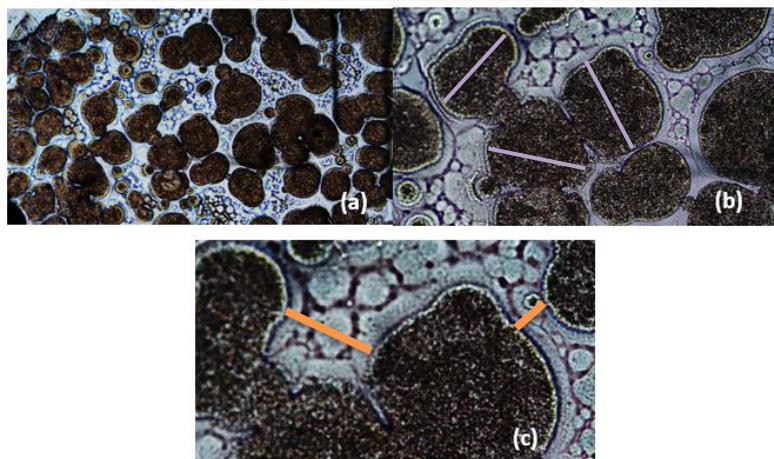
Puncak	Parameter	Lama Waktu Sintesis				Assignment
		80 detik	120 detik	240 detik	360 detik	
A (Utama)	Posisi	496.97 nm	511.12 nm	510.54 nm	512.3 nm	Transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ dan $n \rightarrow \pi^*$
	FWHM	81.15 nm	92.42 nm	93.37 nm	116.1 nm	
	Intensitas	69.401 nm	198.63	298.255	231.38	
B	Posisi	501.413 nm	509.30 nm	503.42 nm	512.72 nm	Transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ (C=C)
	FWHM	58.8 nm	64.31 nm	67.4 nm	60.12 nm	
	Intensitas	68.478	194.64	229.5	225.81	
C	Posisi	560.42 nm	582.63 nm	558.14 nm	593.02 nm	Transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ (C-O)
	FWHM	42.024 nm	60.85 nm	82.807 nm	53.73 nm	
	Intensitas	16.71	51.81	100.56	57.55	
D	Posisi	-	-	-	561.7 nm	Transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ (C-O)
	FWHM	-	-	-	38.4 nm	
	Intensitas	-	-	-	51.1	
E	Posisi	485.91 nm	484.81 nm	484.81 nm	483.72 nm	Transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ (C=C)
	FWHM	16.335 nm	16.747 nm	13.558 nm	37.13 nm	
	Intensitas	5.89	9.636	34.71	16.47	
F	Posisi	449.43 nm	561.696 nm	561.7 nm	555.81 nm	Transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ (C=O)
	FWHM	25.27 nm	34.81 nm	24.06 nm	33.96 nm	
	Intensitas	8.62	27.7	18.74	13.58	
G	Posisi	-	-	513.95 nm	-	Defect
	FWHM	-	-	15.44 nm	-	
	Intensitas	-	-	21.22	-	

Gambar 3.5 menunjukkan hasil PL dari variasi lama waktu sintesis SMC menggunakan sumber sinar laser UV 405 nm dengan *set-up* alat yang dirancang sedemikian rupa. Dapat dilihat dari gambar grafik bahwa intensitas hasil PL berubah ketika waktu sintesis menggunakan radiasi *microwave* divariasikan dari 80 detik hingga 360 detik dengan intensitas tertinggi dicapai saat disintesis selama 240 detik disinyalir akibat adanya peningkatan absorbansi dan *bandgap* sehingga dapat meningkatkan *density of states* [12]. Akan tetapi saat diberi waktu 360 detik menunjukkan penurunan intensitas yang disinyalir akibat adanya penumpukan (*aglomerasi*) antar partikel atau dipengaruhi kepekatan larutan saat dilakukan pengukuran. Ketika dilakukan *fitting* menggunakan *software* Fytk,

didapatkan beberapa spektrum penyusun yang membentuk spektrum utama PL seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Terlihat ketika prekursor disintesis dengan waktu yang lebih lama cenderung menunjukkan FWHM (*Full Width at Half Maximum*) semakin meningkat (Puncak A, B dan C) yang menandakan distribusi ukuran partikel yang beragam, serta waktu sintesis yang lama cenderung mengubah posisi spektrum PL bergeser ke arah *red-shift*. Intensitas yang terpancar pada partikel juga dipengaruhi oleh waktu sintesis, semakin tinggi intensitas yang terpancar maka jumlah partikel yang terbentuk semakin banyak.

3.5 Hasil Deposisi diatas Substrat ITO/PET

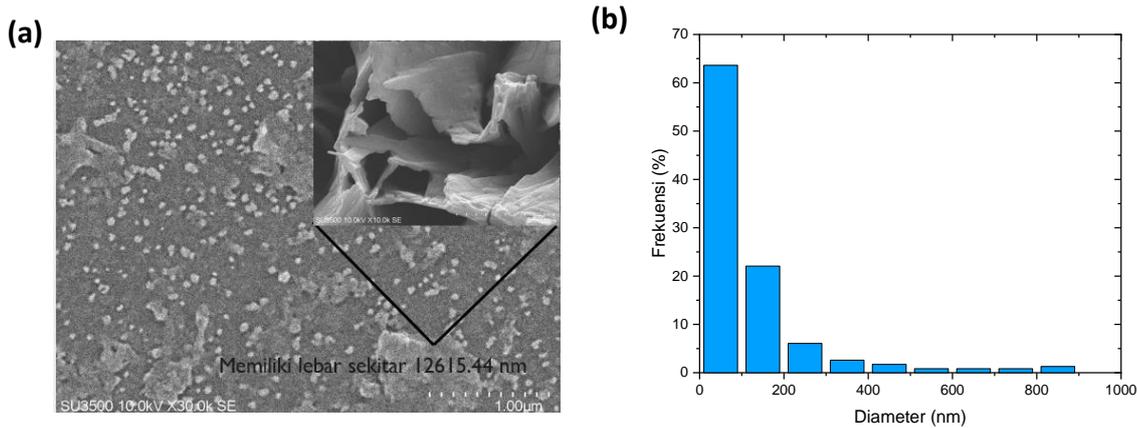
Untuk melihat hasil deposisi sampel diatas substrat ITO/PET dibutuhkan pengamatan untuk melihat sebaran sampel menggunakan *Digital Microscope Imager Calesteron* dengan perbesaran 4×, 10× dan 20× (Gambar 3.6). Kemudian dapat dilakukan analisis menggunakan *software* ImageJ guna melihat lebar sampel dan celah antar lapisan. Dari hasil mikroskop dengan perbesaran 4× (a) terlihat sampel memiliki sebaran yang merata dengan bentuk yang cenderung bulat dan morfologi permukaan SMC relatif homogen. Ketika diperbesar 10× (b) terlihat lapisan SMC memiliki lebar lapisan rata-rata $38.74 \pm 14.13 \mu\text{m}$. Untuk mengamati lebar celah diperlukan perbesaran 20× (c), terlihat SMC memiliki lebar celah antar lapisan rata-rata sebesar $7.37 \pm 4.72 \mu\text{m}$.



Gambar 3.6 Hasil mikroskop SMC dengan perbesaran (a) 4×, (b) 10× dan (c) 20×.

3.6 Hasil Karakterisasi SEM/EDX

Karakterisasi SEM/EDX dilakukan pada sampel yang disintesis selama 80 detik menggunakan alat SEM Hitachi SU3500 sehingga didapatkan hasil citra seperti pada gambar 3.7. Pada gambar 3.7(a) menunjukkan citra hasil morfologi yang diperbesar 30.000 kali terlihat bentuk Submikrometer partikel berukuran kecil dengan bentuk bulat yang relatif homogen, akan tetapi terdapat beberapa penumpukan partikel (*aglomerasi*) dengan bentuk yang tidak terstruktur (tajam dan lancip). Ketika dilakukan identifikasi menggunakan *software* ImageJ dan diolah menggunakan *software* OriginPro2019, didapatkan distribusi ukuran partikel pada gambar 3.7(b) yang menunjukkan ukuran lebar rata-rata partikel SMC adalah $51.1 \pm 107.5 \text{ nm}$. Sedangkan, beberapa partikel yang mengalami penumpukan (*aglomerasi*) hanya dapat diketahui ukuran lebar partikel SMC yaitu sekitar $>12615.44 \text{ nm}$.



Gambar 3.7 Hasil karakterisasi SEM (a) citra SEM dan (b) grafik distribusi ukuran partikel.

Hasil ini sesuai dengan hasil PSA dimana terdapat 2 kelompok ukuran partikel dengan ukuran yang paling mendominasi ialah ukuran submicron. Untuk mengetahui kandungan unsur yang ada pada sampel maka dilakukan pengujian EDX yang menunjukkan hasil pada Tabel 2.

Tabel 3. Kandungan unsur sampel.

Element	% Mass	% Atomic
C	57.95	71.21
O	28.01	25.84
Cl	3.99	1.66
In	10.06	1.29

Dilihat dari Tabel 3, kandungan unsur sampel SMC terdiri dari beberapa element diantaranya adalah C, O, Cl dan In. Unsur C dan O terlihat sangat mendominasi pada sampel, hal ini dikarenakan unsur C dan O merupakan unsur utama dari bahan Lysine. Sedangkan unsur In berasal dari substrat ITO/PET dan unsur Cl disinyalir adanya pengotor pada pelarut aquades yang digunakan, hal ini dapat diketahui dari kandungan aquades yang memiliki tingkat kemurnian 85-90% sehingga memungkinkan adanya unsur Cl di dalam aquades serta persentase Cl yang sangat kecil.

4. Kesimpulan

Bedasarkan penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan sampel submikrometer karbon (SMC) dari prekursor lisin dan Aquades. Hasil dari karakterisasi PSA menunjukkan adanya 2 kelompok partikel yaitu rentang ratusan nano (300-450 nm) dan ribuan nano (2000-3600 nm). Akan tetapi ukuran partikel yang paling mendominasi tetaplah ukuran ratusan nano, hal ini mempengaruhi nilai PL maupun Uv-Vis.
2. Dari hasil variasi waktu sintesis terlihat adanya perubahan PL yang menandakan adanya perubahan ukuran pada partikel SMC.

referensi

- [1] D. Manzanares dan Valentin. C. 2020. "Endocytosis: The Nanoparticle and Submicron Nanocompounds Gateway into the Cell". *Pharmaceutics* 2020, 12, 371; doi: 10.3390/pharmaceutics12040371.

- [2] Mardiyanto, dkk. 2019. “*Formulasi dan Evaluasi Sediaan Submikro Partikel Gelasi-Ionik Pembawa Ekstrak Daun Pluchea indica sebagai Antibakteri pada Kulit Tikus Putih Jantan Galur Wistar*”. Palembang : Universitas Sriwijaya. Doi : 10.25077/jsfk.6.2.171-179.2019.
- [3] T. Ogi, Y. Kaihatsu, dkk. 2008. “*Facile Synthesis of New Full Color Emitting BCNO Phosphors with High Quantum Efficiency*” *Advanced Materials*, Vol. 20, No. 17, pp. 3235-3238.
- [4] Nina Yunia H., dkk. 2014. “*Pengaruh Konsentrasi Sumber Karbon terhadap Sifat PL Fosfor Boron Carbon Oxynitride (BCNO)*” Volume 1, No.1. Al-Hazen Jurnal of Physics. ISSN 2407-9073.
- [5] Shou-Chang Shen, dkk. 2014. “*Preparation and application of monodispersed mesoporous submicron carbon particles as a drug carrier*”. *Powder Technology* 261 (2014) 241–249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2014.04.044>.
- [6] Till T Meiling. 2016. “*White carbon: Fluorescent carbon nanoparticles with tunable quantum yield in a reproducible green synthesis*”. www.nature.com/scientificreports. DOI: 10.1038/srep28557.
- [7] Lestari, Astuti. 2020. “*Studi awal pembuatan material fosfor BCNO dari sumber karbon getah karet alam*”. Lampung Selatan : Institut Teknologi Sumatra.
- [8] Buky Wahyu P. 2017. “*Uji Karakterisasi Morfologi, Fisis dan Kimia pada Butiran Sub-mikron nanopartikel dengan variasi sumber karbon sebagai alat filtrasi sederhana*”. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- [9] Youfu Wang dan Aiguo Hu. 2014. “*Carbon quantum dots: synthesis, properties and applications*”. Shanghai : University of Science and Technology, 200237.
- [10] Yujin Choi, dkk. 2016. “*Microwave-assisted synthesis of luminescent and biocompatible lysine-based carbon quantum dots*”. www.elsevier.com/locate/jiec.
- [11] Suhartati, Tati. 2017. “*Dasar-dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk Struktur Senyawa Organik*”. Bandar Lampung: CV Anugrah Utama Raharja.
- [12] Pawan Kumar, dkk. 2020. “*Synthesis and modulation of the optical properties of carbon quantum dots using microwave radiation*”. ISSN: 1536-383X (Print) 1536-4046 (Online). <https://doi.org/10.1080/1536383X.2020.1752679>.
- [13] S. Fatimah, dkk. 2018. “*Sintesis dan Karakterisasi Fotoluminisensi Carbon Dots berbahan Dasar Organik dan Limbah Organik*”. Banten : LIPI Serpong Puspitek.