

DOI: doi.org/10.21009/0305020225

ABSORBANCE SPECTRUM CARBON NANODOTS (C-DOTS) DAUN TEBBAKAU

Adelina Ryan Candra Dewi^{1,*}, Mahardika Prasetya Aji², Sulhadi³)

Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang, Jl. Bendan Ngisor Sampangan, Kota Semarang
50233

Email: *)adelinaryancandradewi@gmail.com

Abstrak

Sintesis C-Dots dari daun tembakau kering telah berhasil dilakukan. C- Dots yang dihasilkan dalam bentuk cair, hal ini membuktikan bahwa daun tembakau yang mengandung nikotin (bersifat racun), dapat berubah menjadi hal baru yang lebih bermanfaat untuk aplikasi. Ekstraksi daun tembakau menggunakan alkohol 90% dan air selama 3,5 jam. Larutan prekursor disiapkan dengan menambahkan urea degan variasi 1-6 gram kedalam 20 ml larutan hasil ekstraksi. Sintesis C- Dots dilakukan dengan memanaskan larutan prekursor secara hidrotermal menggunakan furnace selama 30 menit pada kondisi suhu 300°C. Sifat fisis warna C-Dots daun tembakau menunjukkan warna coklat menuju warna kuning. C-Dots dari daun tembakau yang telah dihasilkan memiliki spektrum absorpsi cahaya pada panjang gelombang 398-430 nm. Spektrum absorbansi maksimum dihasilkan saat penambahan urea 1g. Energi gap saat penambahan urea 1g mempunyai nilai ~2,25 eV dan energi gap saat penambahan urea 2g hingga 6g mempunyai nilai sama sebesar ~2,7 eV. Saat penambahan urea 2g hingga 6g tidak mempengaruhi energi gap C-Dots.

Kata-kata kunci: C-dots, daun tembakau, absorbansi, energi gap

Abstrac

Synthesis of C-Dots of dried tobacco leaves have been successfully carried out. C- Dots produced in liquid form, it is proved that the leaves of tobacco containing nicotine (toxic), can be transformed into new things more beneficial for the application. Extraction of tobacco leaves using 90% alcohol and water for 3.5 hours. A precursor solution prepared by adding urea degan variation of 1-6 grams into 20 ml extraction results. Dots C- synthesis is done by heating the precursor solution hydrothermally using a furnace for 30 minutes at 300 ° C temperature conditions. The physical properties of color C-Dots menunjukkan brown tobacco leaf to the color yellow. C-Dots from tobacco leaves that have been produced have absorption spectra of light at a wavelength of 398-430 nm. The maximum absorbance spectrum dihasilkan time of adding urea 1g. Energy gap when the addition of urea 1g have indigo ~ 2.25 eV and the energy gap when the addition of 2g to 6g urea have the same value of ~ 2.7 eV. When the addition of 2 g to 6 g of urea does not affect the energy gap C-Dots.

Keyword : C-dots, leaf tobacco, absorbance, energy g

1. Pendahuluan

Carbon nanodots (C-Dots) merupakan material yang termasuk ke dalam kelas 0 dimensi. Carbon nanodots (C-Dots) merupakan salah satu nanomaterial karbon yang berukuran dibawah ~10 nm, berstruktur amorf serta berbentuk bola [1]. Penemuan terhadap bahan baru dari karbon berupa carbon nanodots (C-Dots) menjadi topik yang akan banyak diteliti di dunia sains karena dari segi keunikan ukuran dan manfaat yang dihasilkan. Hal ini karena C-Dots memiliki sifat fotoluminesensi yang kuat [2]. Sifat keunggulan lain dari carbon nanodots diantaranya bersifat inert, mudah

terlarut dalam air, tidak beracun, serta tidak mudah fotobleaching, sehingga carbon nanodots berpotensi untuk dikembangkan dalam aplikasi yang luas. Beberapa keberhasilan aplikasi dari C-Dots yang telah dikembangkan sampai sekarang ini, diantaranya sebagai piranti optoelektronik seperti LED, display, sensor dan solar sel.

Menurut Sugiarti [3], C-Dots dapat disintesis dari berbagai sumber asam-asam organik melalui metode sintesis *bottom-up* atau dari sumber karbon anorganik lainnya melalui metode *top-down*. Metode *bottom-up* merupakan metode sintesis pembentukan C-Dots

berasal dari molekul prekursor. Metode secara *bottom up* dibagi menjadi beberapa metode lagi, diantaranya: metode hidrotermal, *supported synthesized* dan *microwave*. Metode *top-down* merupakan metode sintesis dimana struktur ikatan karbon yang lebih besar dipecah sehingga membentuk partikel C-Dots. Contoh metode *top-down* diantaranya *arc discharge*, *laser ablation* dan oksidasi elektrokimia [4]. Beberapa peneliti yang mengkaji sumber karbon C-Dots dari organik maupun anorganik, diantaranya Zhang [5] melihat tingginya fotoluminesen karbon C-Dots dari putih telur, Sahu [6] menggunakan sumber karbon C-Dots dari sari jeruk, Liu [7] menggunakan sumber karbon dari jelaga lilin. Dari beberapa penelitian tersebut mengindikasikan bahan organik dari tanaman tembakau dapat dijadikan sebagai sumber karbon C-Dots.

Tembakau merupakan tumbuhan yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan rokok. Rajangan dari tembakau yang sudah kering mudah dijumpai diberbagai pasar kota Kudus yang dikenal sebagai kota kretek. Rajangan tembakau yang sudah kering telah siap digunakan sebagai isi dari rokok. Hasil penelitian Susilowati [8] menunjukkan dalam rajangan daun tembakau kering terdapat alkaloid nikotin yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia karena bersifat racun. Nikotin mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{14}N$. Kadar nikotin dalam daun tembakau berkisar sekitar 4% dan pada jenis tanaman tembakau yang baik kadar nikotin di dalam daunnya dapat mencapai 8% [9]. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan kadar nikotin yang terdapat dalam tembakau, diantaranya Suhenry [10] meneliti tentang pengambilan nikotin dari batang tembakau yang dapat digunakan untuk bahan obat dan insektisida, Susilowati [8] memanfaatkan ekstrak daun tembakau untuk insektisida terhadap hama penggerek batang padi. Dari beberapa penelitian tersebut, menunjukkan adanya manfaat lain yang lebih baik dari tanaman tembakau selain digunakan sebagai bahan baku rokok yang mempunyai kadar nikotin yang berbahaya bagi tubuh manusia. Perkembangan selanjutnya, mengarahkan terhadap pemanfaatan tembakau dari segi nanopartikel berupa sintesis C-Dots, karena tembakau mengandung rantai karbon. Carbon nanodots (C-Dots) disintesis dari berbagai bahan yang mengandung rantai karbon melalui proses polimerisasi dan karbonisasi pada suhu yang rendah [11].

Kajian dalam penelitian ini yaitu memanfaatkan daun tembakau kering menjadi C-Dots. Hal tersebut menjadi sesuatu yang baru dalam perkembangan sintesis C-Dots. Sintesis C-Dots tembakau menjadi sesuatu yang menarik untuk diamati karena tembakau secara umum dipakai untuk isi rokok yang bersifat toksis bagi tubuh manusia & diharapkan C-Dots tembakau sebagai solusi alternatif baru dalam segi pemanfaatan tembakau. Pada penelitian ini C-Dots daun tembakau kering dihasilkan dengan metode hidrotermal. Metode hidrotermal dikategorikan sebagai metode sintesis sederhana, karena prinsip

pemanasannya menggunakan kadar oksigen rendah. Hasil karbonisasi hidrotermal tersebut kemudian disentrifugasi dan dihasilkan C-Dots serta partikel coarse. Hasil C-Dots tembakau akan ditinjau karakteristiknya berupa sifat fisis yang meliputi warna, absorbansi, serta energi gap dari C-Dots. Harapan dari hasil penelitian ini berhasil dan dapat digunakan sebagai penelitian selanjutnya untuk meninjau dari segi aplikasi sintesis C-Dots rajangan daun tembakau kering.

2. Metode Penelitian

Penyiapan Bahan pembuatan C-Dots

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk sintesis C-Dots daun tembakau, diantaranya : daun tembakau kering (1 gram), urea (1-6 gram) , alkohol 95% (20 ml), dan aquades (20 ml).

Proses Ekstrak daun tembakau

Ekstrak daun tembakau kering dihasilkan dengan teknik maserasi selama 3,5 jam menggunakan larutan alkohol 95% sebanyak 20ml dan aquades sebanyak 20 ml. Hasil larutan ekstrak berwarna coklat kehitaman sebanyak 20 ml.

Pembuatan Larutan Prekursor C-Dots

Pembuatan larutan prekursor C-Dots dilakukan dengan menambahkan urea kedalam 20 ml larutan hasil ekstraksi tembakau. Variasi urea yang digunakan sebanyak 1-6 gram.

Proses Hidrotermal

Proses hidrotermal larutan prekursor C-Dots variasi urea dilakukan dengan cara memanaskan larutan prekursor C-Dots selama 30 menit di dalam furnace suhu 300°C.

Proses hidrotermal larutan prekursor C-Dots variasi suhu dilakukan dengan cara memanaskan selama 30 menit larutan prekursor yang telah dicampur 2 gram urea ke dalam furnace dengan suhu 150°C, 200°C, 250°C dan 300°C.

Setelah pemanasan secara hidrotermal berakhir, dihasilkan bahan baku C-Dots yang mempunyai komposisi tertentu.

Proses Homogenisasi

Proses homogenisasi dilakukan dengan cara pencampuran bahan baku C-Dots sebanyak 0,3g kedalam larutan aquades 10 ml. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga suhu 70% selama ± 15 menit agar dihasilkan campuran yang homogen. C-Dots dihasilkan dengan menyaring larutan yang telah diaduk secara homogen.

Pengujian dan Karakteristik C-Dots

Pengujian dan karakteristik C-Dots menggunakan alat spektrometer UV-vis. Hasil pengujian C-Dots dengan spektrometer UV-vis, dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat fisis C-dot tembakau yang

meliputi : warna, spektrum absorbansi serta dipeoleh energi gap (nilai lebar celah pita energinya).

3. Hasil dan Pembahasan

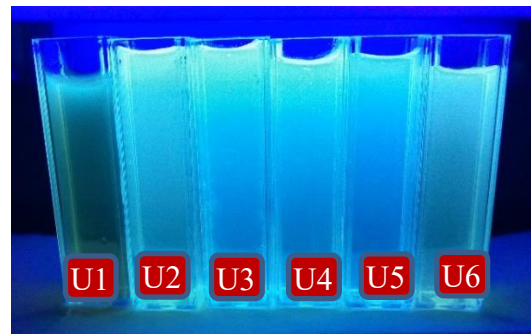
Sintesis C-Dots menggunakan metode hidrotermal dengan bahan dasar daun tembakau kering telah berhasil dibuat. Sintesis C-Dots bertujuan untuk mengetahui sifat optik dari C-Dots daun tembakau yang dihasilkan. Sifat optik yang dikaji berupa warna, spektrum serapan absorbansi dan energi gapnya.

Proses sintesis dilakukan pada kondisi temperatur 300°C selama 30 menit dengan memvariasikan ukuran massa urea 1 hingga 6 gram kedalam larutan prekursor. Hasil sintesis C-Dots daun tembakau dengan variasi urea ditunjukkan pada Gambar 1 yaitu untuk penambahan urea 1g (U1), 2g (U2), 3g (U3), 4g (U4), 5g (U5) dan 6g (U6). Akibat dari penambahan massa urea yang berbeda, menghasilkan karakteristik sifat fisis warna C-Dots yang berbeda yaitu dari warna coklat tua pada penambahan urea 1g, kemudian bergeser menjadi kuning muda yang dihasilkan pada penambahan urea 2g sampai 5g dan bergeser kembali kearah kuning cerah yang dihasilkan pada penambahan urea 6g.

Sifat fisis warna C-Dots daun tembakau pada kondisi temperatur 300°C selama 30 menit menunjukkan warna coklat menuju warna kuning. Hasil ini bersesuaian dengan hasil sintesis C-Dots berbahan dasar ammonium sitrat menggunakan metode hidrotermal yaitu menghasilkan warna fisis C-Dots dari coklat menuju kuning hingga putih jernih [12]. Selanjutnya diperkuat kembali dengan penjelasan Li *et al* [13], bahwa sintesis C-Dots dengan metode hidrotermal menghasilkan warna dari coklat menuju kuning jernih.



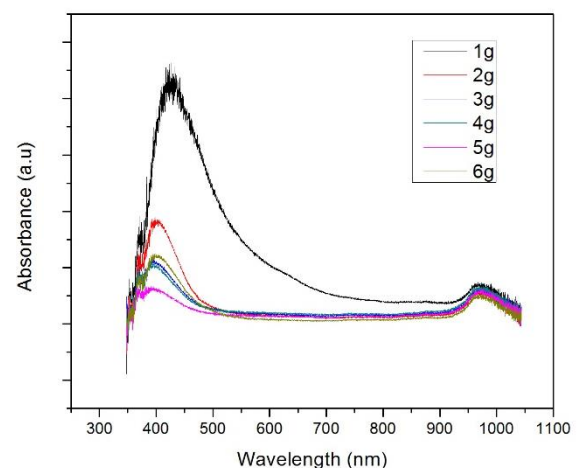
(a)



(b)

Gambar 1. Hasil Sintesis C-Dots dengan (a) Cahaya Sehari-hari (b) Sinar UV

Sifat absorbansi C-Dots dari daun tembakau kering diuji menggunakan spektrometer UV- VIS (*Ocean Optics type usb 4000*). Spektrum absorbansi C-Dots untuk variasi urea ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil spektrum absorbansi serapan C-Dots daun tembakau untuk variasi massa urea 1g, 2g, 3g, 4g, 5g dan 6g terletak pada panjang gelombang 430 nm, 410 nm, 398 nm, 398 nm, 398 nm, dan 400 nm . Berdasarkan Gambar 2, puncak spektrum absorbansi maksimum dihasilkan saat variasi urea 1g, kemudian puncak spektrum absorbansi mulai menurun saat penambahan urea 2g sampai 5g. Namun puncak spektrum absorbansi naik kembali saat penambahan urea 6g. Perubahan spektrum absorbansi C-Dots secara fluktuatif disebabkan pengaruh dari massa urea yang berperan sebagai agen passivasi permukaan [14]



Gambar 2. Spektrum Absorbansi C-Dots daun tembakau

Spektrum Absorbansi C-Dots Gambar 1 menunjukkan adanya pergeseran daerah panjang gelombang pada spektrum absorbansi C-Dots, hal ini diprediksi akibat penambahan unsur Nitrogen yang diberikan oleh urea sehingga mempengaruhi struktur permukaan C-Dots, dan adanya penurunan puncak absorbansi dikarenakan jumlah C-Dots yang terbentuk berkurang [3] Hasil C-Dots daun tembakau kering menunjukkan C-Dots mempunyai spektrum absorbansi

terbaik saat penambahan urea 1gram yaitu dengan panjang gelombang 430 nm.

Berdasarkan hasil serapan spektrum absorbansi C-Dots daun tembakau menunjukkan pada daerah panjang gelombang UV yaitu 398-430 nm. Hasil ini bersesuaian dengan spektrum absorbansi C-Dots yang telah disintesis dari pigmen antosianin dengan metode hidrotermal berada pada UV hingga daerah tampak yaitu 360-550 nm [14]. Selanjutnya C-Dots dari karbohidrat & polisakarida alami juga terletak pada spektrum serapan di daerah UV yaitu 350-550 nm dan 320-440 nm [15]. Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis C-Dots memiliki spektrum absorbansi pada daerah UV. C-Dots pada umumnya dengan jelas menunjukkan serapan optik pada daerah UV dengan ekor memanjang hingga daerah Visibel [4, 17].

Penyerapan sinar UV oleh C-Dots semakin luas dengan meningkatnya waktu sintesis dan hal tersebut menunjukkan bahwa C-Dots mampu menyerap lebih banyak energi dari sinar UV [18]. Spektrum absorbansi pada daerah UV berhubungan dengan adanya senyawa terkonjugasi pada struktur C-Dots dan absorpsi cahaya pada daerah tersebut menunjukkan adanya mekanisme transisi elektronik didalam orbital π aromatik [19].

Sifat luminisens C-Dots dari daun tembakau kering dapat dilihat pada Gambar 1 b. Saat dilihat dengan lampu UV hasil sintesis C-Dots daun tembakau kering terlihat berpendar. Perpendaran terjadi karena pembangkitan elektron yang mendapat energi dari sinar UV. Elektron mendapat energi yang cukup dari sinar UV mengakibatkan loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Namun elektron hanya bertahan beberapa saat saja di keadaan eksitasi, setelah itu kembali ke keadaan awal untuk mengisi kekosongan yang semula ditinggalkan. Proses tersebut dinamakan deeksitasi yang mengakibatkan terjadinya pelepasan energi berupa pemancaran cahaya gelombang elektromagnetik seperti pada gambar 3. Pada umumnya cahaya yang digunakan untuk eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi adalah cahaya ultraviolet [20].

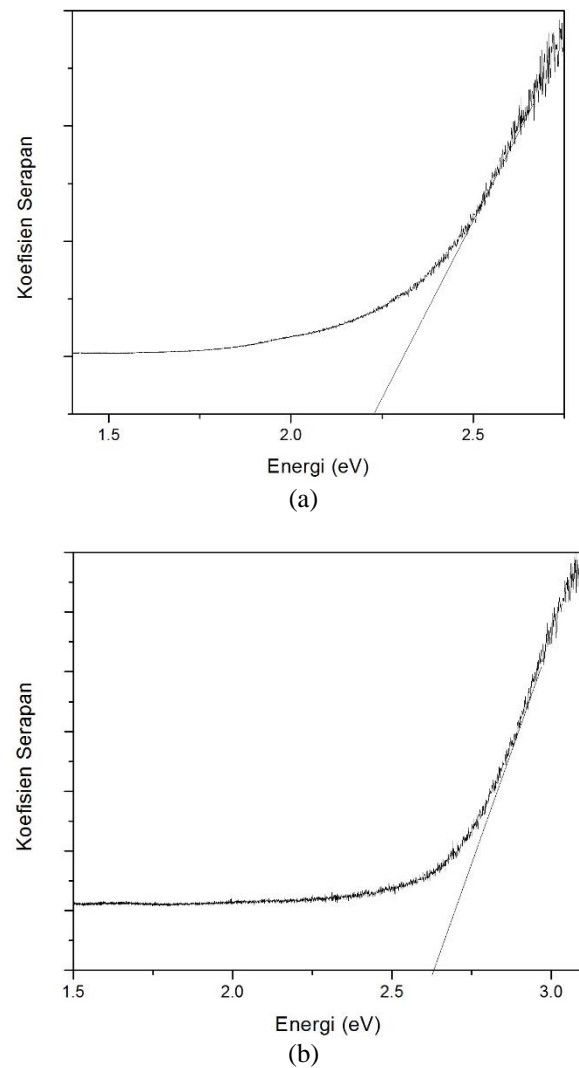
Deeksitasi yang disertai dengan pemancaran gelombang elektromagnetik disebut transisi radiatif. Pada transisi radiatif energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan mendekati energi gap yaitu $hf \approx E_g$ [21]. Besarnya energi gap dapat diperoleh dari nilai spektrum absorbansi yang diukur menggunakan spektrometer UV-Vis.

Energi gap C-Dots yang disintesis dari daun tembakau kering didapatkan dengan metode Tauc Plot berdasarkan spektrum absorbansi dari spektrometer UV-Vis. Persamaan yang digunakan untuk menentukan energi gapnya yaitu :

$$\alpha^2 = \frac{hc}{\lambda} - E_g$$

Energi gap C-Dots daun tembakau yang disintesis pada kondisi temperatur 300°C selama 30 menit dapat dilihat pada Gambar 3. Penambahan massa 1g urea memiliki nilai yaitu 2,25 eV. Selanjutnya untuk

penambahan urea 2g, 3g, 4g, 5g dan 6g juga memiliki nilai yang sama sebesar 2,7 eV. Penambahan massa urea sangat berpengaruh terhadap energi gapnya saat penambahan 1g urea menjadi 2 g.



Gambar 3. Energi Gap Sintesis C-Dots Daun Tembakau (a) Penambahan urea 1g dan (b) Penambahan 2g sampai 6g.

Berdasarkan hasil energi gap tersebut sesuai dengan hasil yang diperoleh [13] memperoleh energi gap C-Dots pada rentang 1,5 – 3,5 eV. Dari hasil menunjukkan penambahan urea dimulai dari 2g tidak mengubah energi gap C-Dots. Hal tersebut mengindikasikan C-Dots pada penambahan urea 3g sampai 6g memiliki ukuran yang sama. Menurut [14], urea berpengaruh pada jumlah C-Dots yang terbentuk sehingga tidak mempengaruhi energi gapnya. Pada penambahan urea 2g sampai 6g energi gap yang dihasilkan semakin menurun.

4. Simpulan

Sintesis C-Dots dari daun tembakau kering telah berhasil dilakukan. C- Dots yang dihasilkan dalam bentuk cair, hal ini membuktikan bahwa daun tembakau yang mengandung nikotin (bersifat racun), dapat berubah menjadi hal baru yang lebih bermanfaat untuk aplikasi. Ekstraksi daun tembakau menggunakan alkohol 90% dan air selama 3,5 jam. Larutan prekursor disiapkan dengan menambahkan urea dengan variasi 1-6 gram kedalam 20 ml larutan hasil ekstraksi. Sintesis C- Dots dilakukan dengan memanaskan larutan prekursor secara hidrotermal menggunakan furnace selama 30 menit pada kondisi suhu 300°C. Sifat fisis warna C-Dots daun tembakau menunjukkan warna coklat menuju warna kuning. C-Dots dari daun tembakau yang telah dihasilkan memiliki spektrum absorpsi cahaya pada panjang gelombang 398-430 nm. Spektrum absorbansi maksimum dihasilkan saat penambahan urea 1g. Energi gap saat penambahan urea 1g mempunyai nilai ~2,25 eV dan energi gap saat penambahan urea 2g hingga 6g mempunyai nilai sama sebesar ~2,7 eV. Saat penambahan urea 2g hingga 6g tidak mempengaruhi energi gap C-Dots.

Daftar Acuan

- [1] Georgakilas, V., Perman, J. A., Tucek, J., & Zboril, R. Broad Family of Carbon Nanoallotropes: Classification, Chemistry, and Applications of Fullerenes, Carbon Dots, Nanotubes, Graphene, Nanodiamonds, and Combined Superstructures. *Chemical Reviews* (2015), 115(11): 4744-4822
- [2] Niu, J., H. Gao, L. Wang, S. Xin, GY. Zhang, Q. Wang, L. Guo, W. Liu, X. Gao, & Y. Wang. Facile synthesis and optical properties of nitrogen-doped carbon dots. *New. J. Chem* (2013).
- [3] Sugiarti, S & Noviyan D. Synthesis of Fluorescence Carbon Nanoparticles from Ascorbic Acid. *Journal Indones. J. Chem* (2015). 141-145.
- [4] Baker, S.N., & G. A. Baker. Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolight. *Angew. Chem. Int. Ed* (2010), 49: 6726-6744
- [5] Zhang, Z., Wenhui, S., & Peiyi. Highly photoluminescent carbon dots derived from egg white: facile and green synthesis, photoluminescence properties and multiple applications. *Article ASC Sustainable Chem Eng* (2015). 1 : 29. (<http://pubs.acs.org> on June 2, 2015)
- [6] Sahu, S., Birendra, B., Tapas K., Maiti & Mohapatra, S. Simple one-step synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice: application as excellent bio-imaging agents, *Chem. Commun* (2012). 48 : 8835-8837.
- [7] Liu, H., Tao, Y & Chengede, M. Fluorescent Carbon Nanoparticles Derived from Candle Soot. *Journal Inter Science* (2007). 46, 6473-6475.
- [8] Susilowati. E. Y., Identifikasi Nikotin dari Daun Tembakau Kering dan Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau sebagai Insektisida Penggerek Batang Padi. *Skripsi* (2005): Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
- [9] Gloria. 2008. Rokok dan Bahaya Rokok. Diakses dari www.gloria.com
- [10] Suhenry. S. Pengambilan Nikotin dari Batang Tembakau. *Eksergi* (2010). X(1) ; 44-48.
- [11] Aji. M. P., P. A. Wiguna, Susanto, R. Wicaksono, & Sulhadi, Identification of Carbon Dots in Waste Cooking Oil, *Advanced Materials Research Trans Tech Publications* (2015), 1123: 402-405
- [12] Cui, Y., Hu, Z., Zhang, C., & Liu, X. Simultaneously enhancing up-conversion fluorescence and red-shifting down-conversion luminescence of carbon dots by a simple hydrothermal process. *J. Mater. Chem* (2014). B, 2(40): 6947-6952
- [13] Li, H., Z. Kang., Y Liu, & S.-T. Lee. Carbon nanodots: synthesis, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry* (2012), 22(46), 24230.
- [14] Susanto. Sintesis Carbon Nanodots dari Pigmen Antosianin dan Aplikasinya sebagai Light Emitting Polymer Nanocomposite. *Skripsi* (2016): Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang
- [15] Peng, H., & J. Travas-Sejdic. Simple aqueous solution route to luminescent carbogenic dots from carbohydrates. *Chem. Mater* (2009), 21(23): 5563-5565
- [16] Zhou, L., B. He., & J. Huang. Amphibious fluorescent carbon dots: one-step green synthesis and application for light-emitting polymer nanocomposites. *Chem. Commun* (2013), 49: 8078-8080

- [17] Sun, Y. P., Zhou, B., Lin, Y., Wang, W., Fernando, K. S., Pathak, P., & Luo, P. G. 2006. Quantum-sized carbon dots for bright and colorful photoluminescence. *J. Am. Chem. Soc.*, 128(24): 7756-7757
- [18] Rahmayanti. Sintesis Carbon Nanodots Sulfur (C-Dots Sulfur) dengan Metode Microwave. *Unnes Physics Journal* (2015). 4(1) : 1-8
- [19] Qu, S., X. Wang, Q. Lu, X. Liu, & L. Wang. 2012. A Biocompatible Fluorescent Ink Based on Water-Soluble Luminescent Carbon Nanodots. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 51: 12215-12218
- [20] Abdullah, M., & Khairurrijal. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial: Teori, Penerapan dan Pengolahan Data*. Rezeki Putra: Bandung
- [21] Abdulah, Mikrajuddin. 2007. Catatan kuliah: Topik Khusus Fisika Material Elektronik Material Nanostruk. Bandung : ITB