

# SIFAT OPTIK DAN EFISIENSI COUNTERELECTRODE YANG RAMAH LINGKUNGAN MENGUNAKAN BAHAN GRAFIN DAN CARBON NANOTUBES PADA APLIK

*by Apit Fathurohman*

---

**Submission date:** 04-May-2023 08:40PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2084061160

**File name:** 310-985-1-PB.pdf (355.29K)

**Word count:** 2655

**Character count:** 15987



## SIFAT OPTIK DAN EFISIENSI COUNTER ELECTRODE YANG RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN GRAFIN DAN CARBON NANOTUBES PADA APLIKASI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL*

Fatiatun Fatiatun<sup>1\*</sup>, Firdaus Firdaus<sup>1</sup>, Ahmad Khoiri<sup>1</sup>, Kusnanto Mukti Wibowo<sup>2</sup>, Handika Dany Rahmayanti<sup>3</sup>, Apit Fathurohman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Wonosobo, 56351, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Rekayasa Elektromedis, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Banyumas, 53182, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Kemasan, Jurusan Teknik Grafika, Politeknik Negeri Media Kreatif, Indonesia

<sup>4</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indonesia

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel:

Dikirim 05/08/2022

Direvisi 30/08/2022

Diterima 03/09/2022

#### Kata Kunci:

Carbon nanotubes

Counter electrode

Dye sensitized solar cell

Grafite

Sifat optik

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini, *counter electrode* (CE) dibuat dengan mengkomposisikan bahan grafite dengan *carbon nanotubes* (CNTs) yang diaplikasikan untuk *dye sensitized solar cells* (DSSCs). Bahan CNTs yang digunakan berasal dari limbah minyak kelapa yang melimpah di alam dan tergolong ramah lingkungan. Jenis grafite yang dipakai dalam pembuatan CE ini merupakan *reduced graphene oxide* (rGO) yang diproduksi dari larutan *graphene oxide* (GO). Hasil komposit CNTs dan rGO difabrikasi di atas substrat *fluorine tin oxide* (FTO) dengan menggunakan metode *spray*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperbaiki sifat optik CE dengan mengkomposisikan grafite dengan CNTs. Sampel CE untuk aplikasi DSSCs yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 yaitu GO dengan surfaktan *sodium 1,4-bis(neopentylxy)-3-(neopentylxycarbonyl)-1,4-dioxobutane-2-sulphonate* (TC14) yang diproduksi sendiri (TC14-GO), TC14-rGO dan komposit TC14-rGO dengan CNTs (TC14 rGO-CNTs *hybrid*). Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *ultraviolet-visible spectroscopy* (UV-Vis) menunjukkan hasil bahwa sampel TC14 rGO/CNTs memiliki nilai transmitansi yang paling tinggi yaitu 89% dan *band gap* yang rendah sebesar 3.96 eV. Berdasarkan hasil tersebut, komposit antara grafite dengan CNTs (TC14 rGO-CNTs *hybrid*) menunjukkan hasil sifat optik yang paling bagus dibandingkan dengan sampel-sampel CE yang lain. Hal ini juga sesuai dengan hasil efisiensi yang diperoleh melalui pengukuran dengan menggunakan solar simulator. Sampel TC14 rGO-CNTs *hybrid* menunjukkan hasil efisiensi yang paling tinggi yaitu 0.0124% dan sesuai untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

*This is an open access article under the CC BY-SA license.*



### Penulis Korespondensi:

Fatiatun

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Wonosobo, 56351, Jawa Tengah,

Indonesia Email : [fatia@unsiq.ac.id](mailto:fatia@unsiq.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Solar sel secara luas sudah dikembangkan di dunia karena terbatasnya jumlah bahan fosil di alam dan biasanya digunakan untuk menghasilkan listrik. *Dye sensitized solar cells* (DSSCs) adalah bagian dari solar cell yang banyak dikembangkan pada saat ini dan digunakan sebagai alternatif solar sel yang berbahan silikon (Chadijah et al., 2016). Solar sel berbahan silikon termasuk dalam kategori yang tidak efisien karena menghabiskan biaya produksi yang mahal. Dalam solar sel, cahaya matahari digunakan sebagai sumber energi yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Hal ini sesuai dengan kondisi Indonesia yang mayoritas memperoleh banyak cahaya matahari.

DSSCs memperoleh banyak perhatian di dunia karena proses pembuatannya yang relatif mudah dalam skala industri dan membutuhkan biaya yang murah (Gratzel, 2003; Fatiatun et al., 2020). DSSCs memiliki 4 komponen penting yaitu fotoanoda, larutan *dye*, elektrolit dan *counter electrode* (CE). Semua komponen ini memiliki peranan yang sangat penting dalam kinerja DSSCs yang dapat dilihat dari hasil efisiensi dari pengukuran melalui alat *solar simulator*. Salah satu komponen yang paling penting dari komponen-komponen tersebut yaitu CE yang berfungsi sebagai katalis dalam reaksi reduksi ion-ion triiodide ( $I_3^-$ ) menjadi ion-ion iodide ( $I^-$ ) (Gratzel, 2003). Dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik, proses reduksi dalam CE berperan sangat penting dalam menentukan cepat atau lambatnya proses reduksi (Chadijah et al., 2016).

Platinum (Pt) adalah bahan yang paling umum digunakan sebagai CE karena stabilitasnya yang tinggi pada elektrolit  $I_3^-/I^-$  dan juga konduktivitas listriknya yang tinggi (Wu M et al., 2014). Adapun kelemahan dari penggunaan Pt yaitu jumlahnya di alam yang terbatas sehingga perlu dikembangkan bahan lain untuk mengurangi atau mengganti penggunaan bahan Pt dalam pembuatan CE (Choi H et al., 2011). Bahan yang telah mendapatkan perhatian dari para peneliti yaitu karbon. Karbon banyak dikembangkan sebagai bahan untuk menggantikan penggunaan Pt dalam pembuatan CE untuk aplikasi DSSCs karena harganya yang murah dan banyak ditemukan di alam (Marzouki et al., 2016).

Grafin adalah salah satu dari keluarga karbon yang banyak dikembangkan sebagai bahan CE untuk aplikasi DSSCs karena nilai konduktivitas listrik, termal, stabilitasnya dan luas permukaan yang tinggi (Parvez K et al., 2014; Li Z et al., 2015; Fatiatun 2020). Ada beberapa material turunan dari grafin yang sudah banyak dikembangkan beberapa tahun ini yaitu *graphene oxide* (GO). GO disintesis dengan menggunakan metode *electrochemical exfoliation* (Suriani AB et al., 2018). GO yang telah disintesis kemudian direduksi untuk mengurangi kadar oksigen di dalam larutan GO dengan menggunakan proses reduksi untuk memproduksi larutan *reduced graphene oxide* (rGO) dengan jumlah oksigen yang rendah. Jumlah oksigen yang rendah pada rGO akan membuat sifatnya lebih konduktif dan strukturnya lebih bagus dan stabil (Suriani AB et al., 2019; Fatiatun et al., 2020). Berdasarkan hal ini, peneliti mengembangkan rGO yang dikompositkan dengan *carbon nanotubes* (CNTs) dari bahan limbah minyak kelapa sawit sebagai bahan CE untuk aplikasi DSSCs. Komposit ini bertujuan untuk melengkapi sifat satu sama lain sehingga menciptakan sifat yang lebih baik dan ramah lingkungan untuk CE dalam aplikasi DSSCs.

## 2. METODE

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

### 1. Sintesis *Graphene Oxide*

Metode *electrochemical exfoliation* digunakan untuk sintesis GO dengan elektrolit yang mengandung surfaktan. *home-made triple-tails sodium 1,4-bis(neopentylloxy)-3-(neopentylloxycarbonyl)-1,4-dioxobutane-2-silphonate (TC14) surfactant* digunakan dalam sintesis GO dengan kandungan elektrolit sebesar 0.1 M. Sintesis GO ini menggunakan 2 batang grafit yang direndam di dalam sebuah larutan elektrolit dan dihubungkan dengan tegangan listrik 7V pada suhu ruang selama 24 jam. Elektrolit dibuat dengan mencampurkan surfaktan dengan *deionized water (DI-water)*.

### 2. Produksi *Reduced Graphene Oxide*

Produksi rGO dilakukan dengan menggunakan proses reduksi. Larutan GO yang telah berhasil disintesis kemudian dikurangi jumlah kandungan oxygen di dalamnya. *Reducing agent* yang digunakan dalam proses reduksi ini yaitu hydrazine hydrate dengan ratio 1:100 (hydrazine hydrate:larutan GO). Proses reduksi ini dilakukan pada suhu  $\sim 95^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam (Fatiatun et al., 2022).

### 3. Komposit *Reduced Graphene Oxide* dan *Carbon Nanotubes*

Sampel TC14 rGO/CNTs *hybrid* dibuat dengan mencampurkan serbuk CNTs dan larutan TC14-rGO. Larutan komposit antara TC14-rGO dan CNTs (TC14 rGO/CNTs *hybrid*) diaduk selama 1 jam di atas *hot plate* dengan menggunakan magnet pengaduk dan disonikasi selama 30 menit pada suhu ruang.

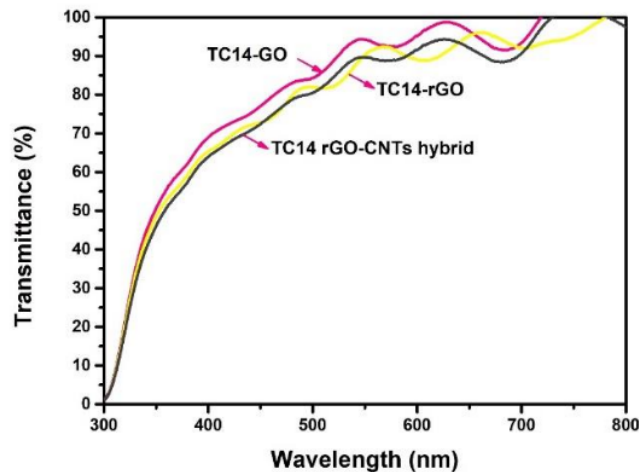
### 4. Proses *Transfer TC14-GO, TC14-rGO* dan *TC14 rGO-CNTs hybrid*

Kaca *Fluorine-Tin-Oxide (FTO)* digunakan sebagai substrat pada penelitian ini. Substrat kaca FTO dibersihkan dengan *ultrasonic cleaner* menggunakan aseton, methanol dan *DI-water*. Kaca substrat yang telah dibersihkan kemudian dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit. Metode *spray coating* digunakan untuk membuat film tipis semua sampel CE dari larutan (TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs *hybrid*) di atas substrat kaca FTO. Proses *spray coating* dilakukan pada jarak 10 cm dari posisi substrat. Film tipis yang telah terfabrikasi ini kemudian di *annealing* selama 1 jam pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  di bawah aliran gas Argon (Ar). Sampel-sampel film tipis CE dikarakterisasi pada sifat optiknya. Sifat optik dikarakterisasi dengan menggunakan alat *ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy*. Hasil efisiensi dari sampel CE yang telah dibuat untuk aplikasi DSSCs diuji dengan menggunakan pengukuran solar simulator.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel-sampel film tipis CE (TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs *hybrid*) dianalisis dengan menggunakan *UV-Vis spectroscopy*. Spektrum UV-Vis pada semua sampel CE ditunjukkan dalam Gambar 1. Berdasarkan hasil spektrum UV-Vis, sampel TC14-GO

menunjukkan hasil transmitansi yang lebih tinggi (~93%) dibandingkan dengan TC14-rGO (~90%) pada panjang gelombang 400-800 nm (Zhao J et al., 2015). Hal ini diasumsikan karena tingginya kadar oksigen pada sampel TC14-GO yang mengakibatkan tingginya transmitansi pada sampel. Pada sampel TC14 rGO-CNTs hybrid memperlihatkan nilai transmitansi yang lebih rendah (~88%) dibandingkan dengan sampel TC14-rGO murni. Perbedaan nilai transmitansi antara sampel TC14-rGO murni dan TC14 rGO-CNTs hybrid ini dipengaruhi oleh ketebalan film tipis yang dimiliki. Berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh, sampel TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs *hybrid* dapat digunakan sebagai sampel CE karena nilai transmitansi yang dihasilkan di atas ~85% di daerah cahaya tampak.

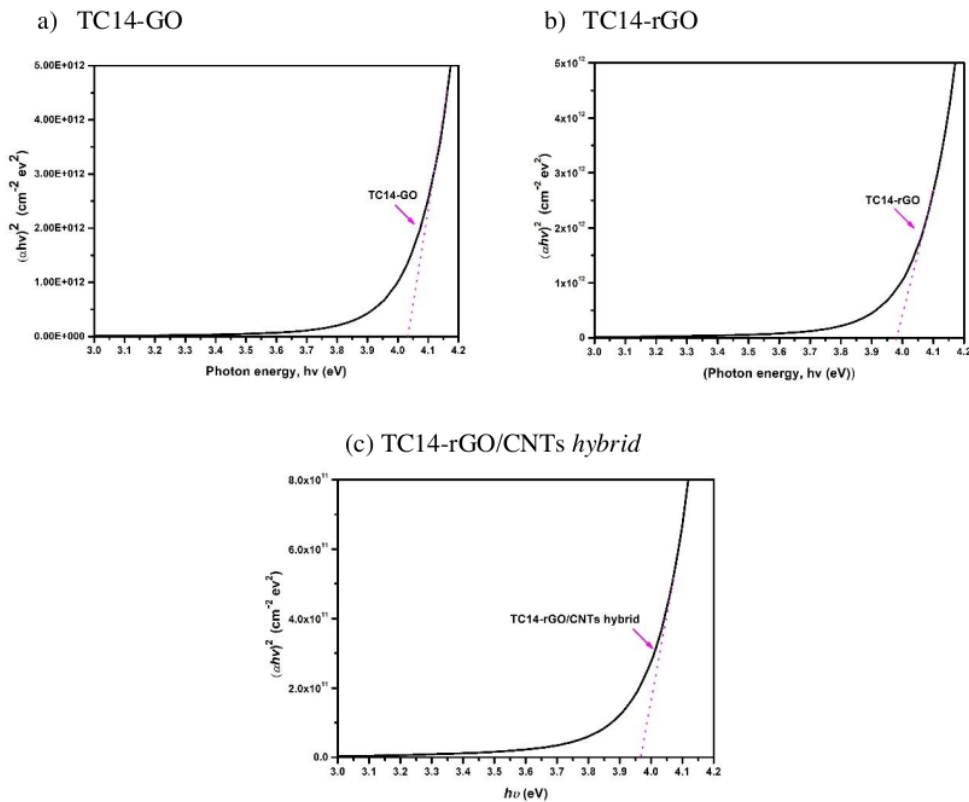


Gambar 1. Spektrum UV-Vis pada sampel TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs hybrid

Analisis *UV-Vis spectroscopy* juga dapat digunakan untuk menentukan nilai *Band gap*. *Band gap* dapat ditentukan dari transmitansi yang telah diperoleh dengan menggunakan *plot Tauc* (ekstrapolasi linear) seperti yang disajikan dalam Gambar 2. Berdasarkan hasil penghitungan dalam penentuan *band gap*, TC14-GO menunjukkan nilai yang paling tinggi (~4.04 eV) yang dipercaya karena tingginya kandungan oksigen *functional group* yang dihasilkan selama proses oksidasi (Pooral M S et al., 2015). *Band gap* pada sampel TC14-rGO yaitu ~3.97 eV, nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan TC14-GO ini karena suksesnya proses reduksi dalam pembuatan rGO sehingga juga meningkatkan nilai konduktivitas listrik dalam TC14-rGO. Hasil komposit TC14-rGO dengan CNTs menyebabkan nilai *band gap* menurun menjadi ~3.95 eV. Hasil ini karena rendahnya kandungan oksigen dalam CNTs, hal ini juga mengindikasikan konduktivitas listrik yang lebih baik pada sampel TC14 rGO-CNTs hybrid dibandingkan dengan TC14-rGO murni. Hasil transmitansi dan *band gap* pada semua sampel CE ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai transmitansi dan *band gap* pada sampel TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs hybrid

Sampel	Transmitansi (%)	<i>Band gap</i> (eV)
TC14-GO	93	4.04
TC14-rGO	90	3.97
TC14-rGO/CNTs hybrid	88	3.95

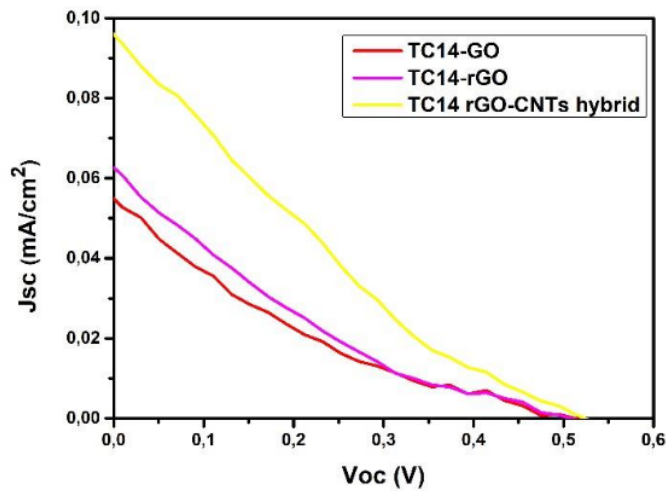


Gambar 2. *Band gap* pada sampel (a) TC14-GO, (b) TC14-rGO, dan (c) TC14 rGO-CNTs hybrid

Kinerja DSSCs dapat ditentukan dengan menggunakan solar simulator seperti ditunjukkan dalam kurva *current density-voltage* (J-V) (Gambar 3). Di Gambar 3, nilai efisiensi DSSCs yang paling tinggi ditunjukkan oleh sampel TC14 rGO-CNTs hybrid sebesar 0.0132%. Nilai efisiensi TC14 rGO dan TC14-GO berturut-turut yaitu 0.0065% dan 0.0056%. Dalam hal ini, sampel TC14-rGO menunjukkan nilai efisiensi yang lebih tinggi daripada TC14-GO dengan nilai  $J_{sc}$ ,  $V_{oc}$  dan  $FF$  berturut-turut yaitu 0.070 mA/cm<sup>2</sup>, 0.512 V dan 0.157. Sampel TC14-rGO memperlihatkan nilai  $J_{sc}$  (0.070 mA/cm<sup>2</sup>) yang lebih tinggi daripada TC14-GO (0.055 mA/cm<sup>2</sup>) karena konduktivitas listrik yang tinggi pada sampel TC14-rGO ( $\sim 5.3 \times 10^{-1}$  S.cm<sup>-1</sup>) dan jumlah oksigen *functional groups* yang rendah. Hal ini membuat

perjalanan elektron menjadi lebih cepat dalam regenerasi dye di pengukuran DSSCs, kemudian meningkatkan kinerja DSSCs (Suriani et al., 2018).

Nilai efisiensi yang rendah pada sampel TC14-GO dipercaya karena tingginya oksigen *functional groups* yang dapat memperlambat pergerakan elektron dan kemudian menurunkan kinerja DSSCs. Sementara itu, sampel TC14 rGO-CNTs hybrid menunjukkan peningkatan nilai  $V_{oc}$  (0.550 V),  $J_{sc}$  (0.098 mA/cm<sup>2</sup>),  $FF$  (0.387) dan efisiensi 0.0132% ketika dibandingkan dengan sampel TC14-rGO murni. Jaringan terkonjugasi pada CNTs berperan sebagai kabel penghubung antara lapisan-lapisan TC14-rGO dan sebagai pengisi kekosongan. Hal ini membuat pergerakan elektron menjadi lebih mudah yang kemudian meningkatkan konduktivitas listrik dan efisiensi sampel TC14-rGO/CNTs hybrid sebagai CE. Hasil lengkap  $J_{sc}$ ,  $V_{oc}$ ,  $FF$  dan efisiensi ( $\eta$ ) pada TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs hybrid sebagai sampel-sampel CE untuk aplikasi DSSCs ditunjukkan dalam Tabel 2.



Gambar 3. Kurva  $J$ - $V$  dalam DSSCs dengan TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs hybrid sebagai sampel-sampel CE

Tabel 2. Ringkasan hasil  $J_{sc}$ ,  $V_{oc}$ ,  $FF$  dan efisiensi ( $\eta$ ) pada TC14-GO, TC14-rGO dan TC14 rGO-CNTs hybrid sebagai sampel-sampel CE dalam aplikasi DSSCs

Sampel CE	Open Circuit Voltage, $V_{oc}$ (V)	Short Circuit Current Density, $J_{sc}$ (mA/cm <sup>2</sup> )	Fill Factor, $FF$	Efisiensi, $\eta$ (%)
TC14-GO	0.514	0.055	0.170	0.0052
TC14-rGO	0.512	0.070	0.157	0.0058
TC14-rGO/CNTs hybrid	0.550	0.098	0.213	0.0124

#### 4. KESIMPULAN

Sampel TC14 rGO/CNTs *hybrid* menunjukkan hasil efisiensi yang paling tinggi sekitar 0.0124% dengan nilai  $V_{oc}$  (0.550 V),  $J_{sc}$  (0.098 mA/cm<sup>2</sup>) and  $FF$  (0.213). Nilai efisiensi yang tinggi pada sampel TC14 rGO/CNTs *hybrid* dipercaya karena nilai konduktivitas listrik yang tinggi ( $\sim 6.8 \times 10^{-1}$  S.cm<sup>-1</sup>). Konduktivitas listrik yang tinggi diasumsikan dapat mempercepat transpor elektron dalam regenerasi pewarna untuk pengukuran DSSCs sehingga meningkatkan kinerja DSSCs. Jaringan terkonjugasi CNTs bertindak sebagai kabel penghubung antara lapisan TC14-rGO dan sebagai pengisi kekosongan. Hal ini mempermudah pergerakan elektron yang kemudian meningkatkan nilai efisiensi TC14 rGO/CNTs *hybrid* sebagai film tipis CE dalam aplikasi DSSCs. Penemuan ini mengindikasikan bahwa sampel TC14 rGO yang dikompositkan dengan CNTs dapat meningkatkan hasil kinerja CE dalam aplikasi DSSCs. Oleh karena itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penelitian selanjutnya tentang CE berbasis graphene.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Marzouki, M., Abdalla, S., Al-Ameer, S. (2016). *Dye sensitized solar cells with low cost carbon nanotubes electrodes. Advanced in Materials Science and Engineering*, 2016, 1-13.
- Chadjah, S., Dahlan, D., Harmadi. (2016). *Pembuatan counter electrode karbon untuk aplikasi elektroda dye-sensitized solar cell (DSSC). Jurnal Ilmu Fisika*, 8(2), 78-86.
- Choi, H., Kim, H., Hwang, S., Han, Y., Jeon, M. (2011). *Graphene counter electrodes for dye-sensitized solar cells prepared by electrophoretic deposition. Journal of Materials Chemistry*, 21, 7548-7551.
- Fatiatun, Suriani, AB., Marwoto, P., Wibowo, KM., Muqoyyanah, Firdaus. (2020). Effects of Various Semiconducting Oxides as Photoanode and Counter Electrode for Dye Sensitized Solar Cell Application - A Review. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 10(2), 126-147.
- Fatiatun, F., Adi, N.P. (2022). Fabrication of counter electrode for dye sensitized solar cells application using environmentally friendly graphene and carbon nanotubes composite materials. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 1-11.
- Fatiatun, Firdaus, Suriani, A.B., Marwoto, P., Wibowo, K.M., Astuti, B. (2020). Enhanced electrical conductivity of counter electrode using hybrid of reduced graphene oxide assisted with customised triple-tail surfactant with multiwalled carbon nanotubes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1517 (012059).
- Gratzel, M. (2003). Dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 4(2), 145-153.
- Li, Z., Song, Z., Wu, Lin, Z., Yao, Y., Moon, KS., Wong, CP. (2015). 3D porous graphene with ultrahigh surface area for microscale capacitive deionization. *Nano Energy*, 11, 711-718.



- Parvez, K., Wu, Z., Li, R., Liu, X., Graf, R. (2014). Exfoliation of Graphite into Graphene in Aqueous Solutions of Inorganic Salts. *Journal of the American Chemical Society*, 136, 6083-6091.
- Poorali, MS., Bagheri-Mohagheghi, MPM. (2015). Comparison of chemical and physical reduction methods to prepare layered graphene by graphene oxide: optimization of the structural properties and tuning of energy band gap. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 27(1), 260-271.
- Suriani, AB., Fatiatun, Mohamed, A., Muqoyyanah, Hashim, N., Rosmi, MS, Mamat, MH., Salifairus, MF., Khalil, MJ. (2018). Reduced graphene oxide/platinum hybrid counter electrode assisted by custom-made triple-tail surfactant and zinc oxide/titanium dioxide bilayer nanocomposite photoanode for enhancement of DSSCs photovoltaic performance. *Optik*, 161, 70-83.
- Suriani, AB., Fatiatun, Mohamed, A., Muqoyyanah, Hashim, N., Mamat, MH., Othman, MHD., Ahmad, MK., Marwoto, P. (2019). Improved DSSC photovoltaic performance using reduced graphene oxide-carbon nanotube/platinum assisted with customised triple - tail surfactant as counter electrode and zinc oxide nanowire/titanium dioxide nanoparticle bilayer nanocomposite as photoanode. *Graphene Technol*, 4, 17-31.
- Suriani, AB., Muqoyyanah, Mohamed, A., Mamat, MH., Hashim, N., Isa, I., Malek, MF., Kairi, MI., Mohamed, AR., Ahmad, MK. (2018). Improving the photovoltaic performance of DSSCs using a combination of mixed-phase TiO<sub>2</sub> nanostructure photoanode and agglomerated free reduced graphene oxide counter electrode assisted with hyperbranched surfactant. *Optik*, 158, 522-534.
- Wu, M., Ma, T. (2014). Recent progress of counter electrode catalysts in dye sensitized solar cells. *The Journal of Physical Chemistry C*, 118(30), 16727-16742.
- Zhao, J., Liu, L., Li, F. (2015). Graphene oxide: Physics and applications. *Springer*, 31-56.

# SIFAT OPTIK DAN EFISIENSI COUNTERELECTRODE YANG RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN GRAFIN DAN CARBON NANOTUBES PADA APLIK

## ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

- 1 Glitson Francis Pereira, Gurugnanam Balasubramanian, Chidambaram Sabarathinam, Santonu Goswami, Bairavi Swaminathan. "Long Term Microscale Decadal Analysis of Coastal Rainfall Pattern: An Indication of Microclimatic Variation in South India", Journal of Climate Change, 2022  
Publication 2%
- 2 A.B. Suriani, Fatiatun, A. Mohamed, Muqoyyanah et al. "Reduced graphene oxide/platinum hybrid counter electrode assisted by custom-made triple-tail surfactant and zinc oxide/titanium dioxide bilayer nanocomposite photoanode for enhancement of DSSCs photovoltaic performance", Optik, 2018  
Publication 1%
- 3 [journal.unnes.ac.id](http://journal.unnes.ac.id)  
Internet Source 1%

4 Jihuai Wu, Zhang Lan, Jianming Lin, Miaoliang Huang, Yunfang Huang, Leqing Fan, Genggeng Luo. "Electrolytes in Dye-Sensitized Solar Cells", Chemical Reviews, 2015  
Publication 1 %

---

5 jif.fmipa.unand.ac.id  
Internet Source 1 %

---

6 journal.universitاسbumigora.ac.id  
Internet Source 1 %

---

7 etheses.uin-malang.ac.id  
Internet Source 1 %

---

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On