

Stabilisasi Suspensi *Surfactant-Free* Nanopartikel P3HT:PCBM

(*Stabilization of Surfactant Free P3HT:PCBM Nanoparticle Suspension*)

D. Darwis¹*, M. Peluru¹, Diharnaini² dan L. Syamsiah²

¹Centre for Organic Electronics Tadulako University

²Fakultas Mipa Universitas Tadulako²

Info

Article history:

Received: 10 Desember 2020

Accepted: 24 Desember 2020

Published: 31 Desember 2020

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi tentang tingkat kestabilan suspensi *Surfactant-Free* nanopartikel P3HT:PCBM yang disintesis dengan metode presipitasi. Selanjutnya dilakukan karakterisasi absoransi menggunakan UV-Vis spektroskopi untuk suspensi nanopartikel P3HT:PCBM tanpa proses penguapan CHCl_3 dan suspensi yang telah mengalami proses penguapan CHCl_3 . Tahap berikutnya adalah deposisi lapisan tipis nanopartikel P3HT:PCBM menggunakan *spin coater*. Tahap akhir adalah karakterisasi SEM untuk mengetahui morfologi permukaan lapisan tipis nanopartikel. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa proses pemanasan terhadap suspensi nanopartikel organik P3HT:PCBM pada suhu 60°C selama 6 jam menghasilkan nanopartikel yang stabil hingga 5 hari. Hasil SEM menunjukkan bahwa proses annealing pada suhu 140°C selama 4 menit menghasilkan morfologi permukaan film yang lebih homogen.

Abstract.

This study aims to investigate the stability level of the P3HT:PCBM nanoparticles suspension that was synthesized by precipitation method. Absorption characterization was carried out using UV-Vis spectroscopy for the P3HT:PCBM nanoparticle suspension without the CHCl_3 evaporation process and the suspension that had undergone the CHCl_3 evaporation process. The next step is deposition of a thin layer of P3HT:PCBM nanoparticles using a spin coater. The final stage is SEM characterization to determine the surface morphology of the nanoparticle thin films. The results obtained showed that the heating process of the organic nanoparticle suspension P3HT:PCBM at 60°C for 6 hours resulting stable nanoparticles for up to 5 days. SEM results showing that the annealing process at 140°C for 4 minutes resulted in a more homogeneous film surface morphology.

Kata kunci:

Nanopartikel,
Metode presipitasi
Suspensi
Morfologi
Annealing

Keywords:

Nanoparticle
Precipitation method
Suspension
Morphology
Annealing

*) e-mail: c3084895@uon.edu.au

DOI: 10.22487/gravitasi.v19i2.15363

1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang sel surya, adalah salah satu andalan utama dalam rangka kemandirian penyediaan bahan baku komponen sel surya. Teknologi material untuk sel surya sudah mengalami kemajuan yang pesat, di mana pada awalnya sel surya diproduksi dengan menggunakan bahan *Single Crystal Silicon Wafer* (c-Si) [1]; selanjutnya berkembang ditemukan setidaknya empat jenis bahan dasar lainnya, yaitu: (a) *Amorphous silicon* (a-Si) [2, 3], (b) *Polycrystalline silicon* (poly-Si) [4], (c), *Copper indium gallium diselenide* (CIGS) alloy [5] dan sel surya organik [6, 7].

Darwis dkk memfabrikasi sel surya berbasis nanopartikel P3HT:PCBM dengan efisiensi 1% [6]. Efisiensi devais hasil

penelitian Darwis dkk tsb masih rendah sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan efisiensi optimum. Penyebab rendahnya kualitas lapisan tipis karena larutan nanopartikel yang digunakan kurang stabil dan cepat teragregasi yaitu 2 jam setelah pembuatan. Dalam riset ini akan dilakukan proses pemanasan terhadap nanopartikel untuk menstabilkan kondisi nanopartikel sehingga diperoleh lapisan tipis yang lebih baik. Perlakuan ini didasarkan pada proses sintesa *surfactant-containing* yang memiliki kestabilan yang lebih tinggi [6, 8]. Untuk menghasilkan suatu nanopartikel yang stabil perlu dilakukan pengangkatan pelarut organik. Nanopartikel yang menggunakan pelarut kloroform sebaiknya



dipanaskan pada suhu 60°C selama 3 jam untuk memastikan kloroform dalam larutan telah habis [9]. Untuk itu dalam riset ini telah dilakukan sintesis nanopartikel P3HT:PCBM menggunakan metode presipitasi yang selanjutnya dilakukan karakterisasi UV VIS dan SEM.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terbagi dalam 4 tahap, meliputi sintesis nanopartikel dengan metode presipitasi, karakterisasi UV-Vis, pembuatan lapisan tipis dengan menggunakan *Spin Coater* serta karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscope*).

2.1. Sintesis Nanopartikel

Sintesis Nanopartikel dibuat sesuai dengan metode presipitasi, serbuk P3HT dan PCBM ditimbang menggunakan timbangan digital dan dimasukkan kedalam botol. Kemudian pelarut kloroform sebanyak 670 μ l dimasukkan kedalam botol berisi bahan P3HT (0,0025 gr) dan PCBM (0,0025 gr) menggunakan jarum suntik dan mikropipet. Setelah itu *stir sonicate* sambil dipanaskan menggunakan *Elmasonic S80 H* dengan suhu 55°C selama 60 menit. Selanjutnya larutan yang telah dipanaskan dipindahkan kedalam jarum suntik dan diteteskan dengan cepat kedalam larutan etanol (5 ml) yang diaduk menggunakan *hot plate stirrers* dengan kecepatan 500 rpm.

2.2. Karakterisasi UV-VIS

- Pengujian Absorpsi untuk larutan tanpa proses penguapan CHCl_3 . Larutan yang telah dibuat diuji menggunakan UV-Vis dengan perbandingan 0,3 ml Np P3HT:PCBM dan 2,7 ml etanol pengujian UV-Vis diuji setiap 1 jam sampai larutan mengendap.
- Pengujian Absorpsi untuk sampel yang telah mengalami proses penguapan CHCl_3 . Larutan Np P3HT:PCBM yang telah dibuat dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan suhu 60°C selama 6 jam [6, 8]. Kemudian larutan yang telah dipanaskan diuji Karakterisasi UV-Vis, pengujian dilakukan dari hari pertama sampai hari kelima sampai larutan mengendap atau tidak dapat lagi terbaca di UV-Vis. Pengujian hari pertama pukul 10.30 WITA, 12.30 WITA, 14.30 WITA, 15.00 WITA, hari kedua pukul 09.00 WITA, 15.00 WITA dan hari kelima pukul 09.00 WITA.

2.3. Pembuatan Lapisan Tipis

Sampel lapisan tipis dibuat dengan mendeposisi 30 μ l Np P3HT:PCBM ke sebuah slide kaca yang telah dibersihkan dengan dimensi 2 \times 2 cm menggunakan *Spin Coater* dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 menit, sehingga terbentuk satu lapisan tipis dan sebelum dibuatkan kembali lapisan tipis kedua, slide kaca dipanaskan pada *Hot Plate Stirrers* dengan suhu 100° C selama 3 menit, selanjutnya dibuatkan lapisan kedua sampai lapisan kesepuluh dengan prosedur yang sama sehingga diperoleh 1 lapisan, 3 lapisan, 5 lapisan, 8 lapisan dan 10 lapisan.

2.4. Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Pengujian morfologi P3HT:PCBM dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk menganalisa morfologi permukaan dari sampel lapisan tipis P3HT:PCBM sebelum dan sesudah annealing. Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium PT Gestrindo Jakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sintesis Nanopartikel P3HT:PCBM

Campuran P3HT:PCBM dibuat dengan perbandingan massa 1:1 perbandingan ditetapkan karena berpatokan pada penelitian sebelumnya [6, 10-12], yang mengungkapkan perbandingan massa 1:1 adalah yang terbaik. Larutan P3HT:PCBM dibuat dengan metode presipitasi, serbuk P3HT:PCBM yang telah ditimbang dicampurkan dengan larutan kloroform yang kemudian dipanaskan menggunakan getaran dari *Elmasonic S80 H* dengan suhu 55°C selama 60 menit untuk menghomogenkan larutan sebelum diteteskan kedalam larutan etanol (5 ml) yang diaduk pada *hot plate stirrers* dengan kecepatan 500 rpm dan menghasilkan larutan berwarna merah kehitaman seperti pada Gambar 1.



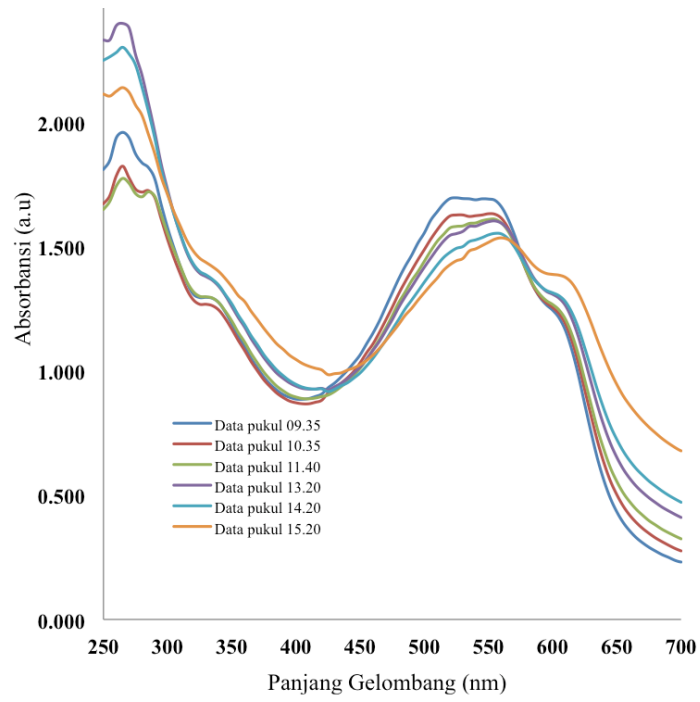
Gambar 1. Hasil sintesis nanopartikel P3HT:PCBM

3.2. Sifat Optik Nanopartikel P3HT:PCBM

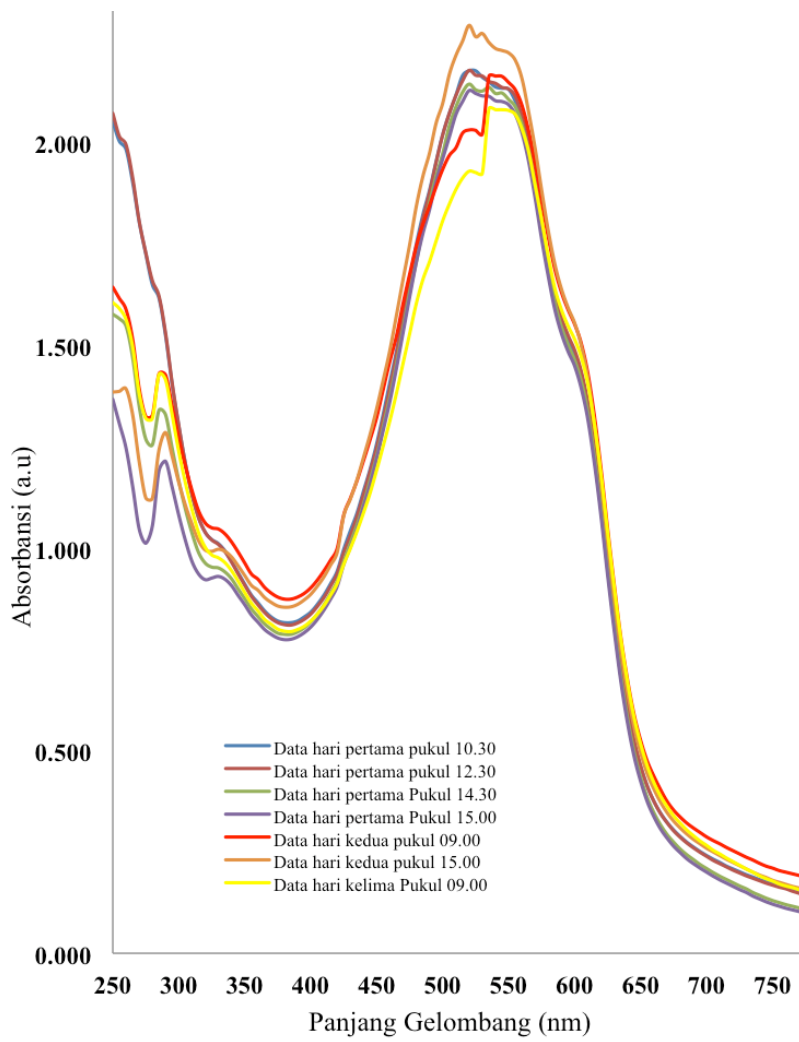
Absorbansi merupakan kemampuan suatu material untuk menyerap cahaya. Material organik yang memiliki kemampuan menyerap cahaya terdapat elektron valensi dimana elektron tersebut dapat tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Dalam riset ini dilakukan uji UV-Vis untuk nanopartikel P3HT dan PCBM. Larutan P3HT:PCBM yang telah dibuat sesuai dengan prosedur kerja 2.1 selanjutnya diuji dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis. Pengujian ini dilakukan untuk nanopartikel tanpa pemanasan dan nanopartikel dengan proses pemanasan seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Gambar 2 menunjukkan bahwa puncak absorbansi P3HT:PCBM yang disintesis berada pada rentang panjang gelombang 300 sampai 350 nm yang merupakan puncak serapan dari PCBM [12-14]. Berdasarkan Gambar 2 disimpulkan bahwa larutan P3HT:PCBM yang dibuat tanpa proses penguapan hanya dapat bertahan sampai satu hari. Setelah satu hari larutan sudah teragregasi.

Gambar 3 menunjukkan bahwa spektrum larutan P3HT:PCBM yang dibuat setelah proses penguapan relatif stabil sampai lima hari. Hal ini menunjukkan kestabilan larutan dari hari pertama sampai hari kelima baik. Hal ini sesuai dengan Pan et al., (2018) yang menyatakan bahwa untuk menghasilkan suatu nanopartikel yang stabil perlu dilakukan pengangkutan pelarut organik [9].



Gambar 2. Spektrum absorbansi P3HT:PCBM tanpa proses penguapan



Gambar 3. Spektrum absorbansi P3HT:PCBM sesudah diuapkan

3.3. Sifat Morfologi Permukaan Lapisan Tipis Nanopartikel P3HT:PCBM

Untuk analisis morfologi permukaan film tipis nanopartikel P3HT:PCBM digunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pengujian dilakukan pada satu lapisan, tiga lapisan, lima lapisan, delapan lapisan dan sepuluh lapisan nanopartikel P3HT:PCBM, pengujian dilakukan sebelum dan sesudah dipanaskan pada *Hot Plate* dengan suhu 140°C selama 4 menit dan hasil menunjukkan morfologi permukaan yang berbeda. Lapisan yang dipanaskan memiliki permukaan yang lebih homogen dan lebih halus seperti tampak pada Gambar 4. Hal ini sesuai dengan eksperimen yang dilaporkan oleh Pratiwi yang menyatakan bahwa suhu *annealing* mempengaruhi struktur morfologi permukaan lapisan aktif. Dimana lapisan aktif yang di-*annealing* pada 150°C lebih halus dan homogen dibandingkan dengan sel surya yang di-*annealing* pada 120°C [10, 15]. Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa lapisan yang paling halus atau homogen terlihat pada hasil uji 3 lapisan .

4. KESIMPULAN

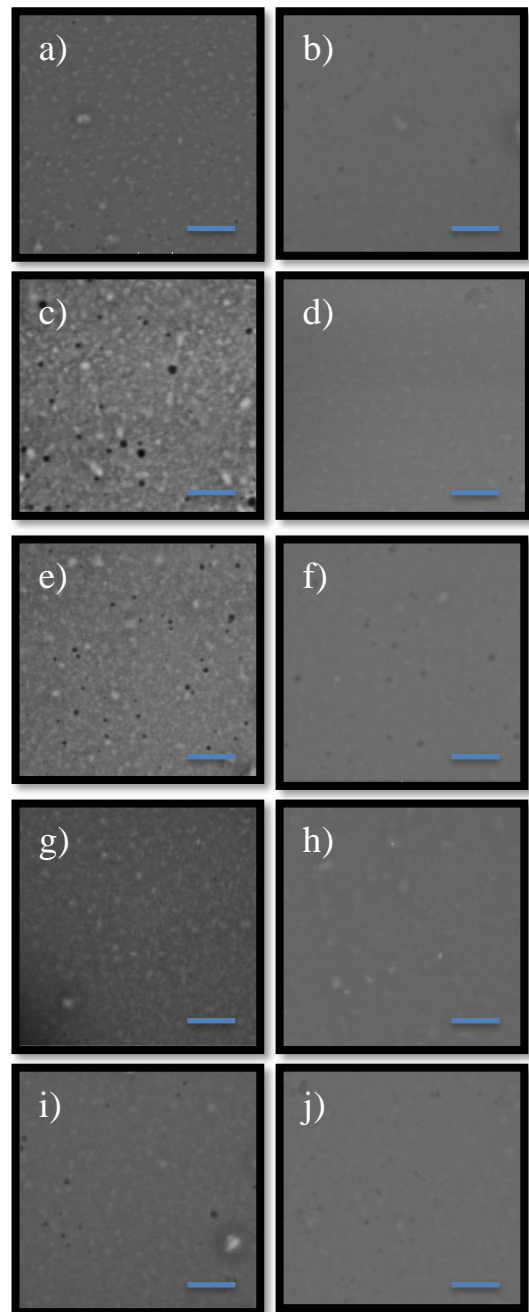
Telah berhasil disintesa nanopartikel dari bahan organik P3HT:PCBM melalui proses presipitasi. Berdasarkan hasil SEM diperoleh morfologi film tipis yang dihasilkan semakin homogen setelah proses *annealing* pada suhu 140°C selama 4 menit. Proses pemanasan terhadap Nanopartikel organik P3HT:PCBM pada suhu 60°C selama 6 jam menghasilkan nanopartikel yang stabil hingga 5 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan dana DIPA Universitas Tadulako dan Penelitian Dasar Ristek Dikti.

REFERENSI

- [1] Garnett, E. and P. Yang, *Light Trapping in Silicon Nanowire Solar Cells*. Nano Letters, 2010. **10**(3): p. 1082-1087.
- [2] Chen, X., et al., *Broadband Enhancement in Thin-Film Amorphous Silicon Solar Cells Enabled by Nucleated Silver Nanoparticles*. Nano Letters, 2012. **12**(5): p. 2187-2192.
- [3] Faÿ, S., et al., *Rough ZnO layers by LP-CVD process and their effect in improving performances of amorphous and microcrystalline silicon solar cells*. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2006. **90**(18): p. 2960-2967.
- [4] Becker, C., et al., *Polycrystalline silicon thin-film solar cells: Status and perspectives*. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2013. **119**: p. 112-123.
- [5] Liu, C.P. and C.L. Chuang, *Fabrication of copper-indium-gallium-diselenide absorber layer by quaternary-alloy nanoparticles for solar cell applications*. Solar Energy, 2012. **86**(9): p. 2795-2801.
- [6] Darwis, D., et al., *Surfactant-free nanoparticulate organic photovoltaics*. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2014. **121**: p. 99-107.
- [7] Vaughan, B., et al., *Engineering vertical morphology with nanoparticulate organic photovoltaic devices*. Organic Electronics, 2016. **32**: p. 250-257.
- [8] Ulum, S., et al., *Determining the structural motif of P3HT:PCBM nanoparticulate organic photovoltaic devices*. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2013. **110**: p. 43-48.
- [9] Pan, X., et al., *Environmentally friendly preparation of nanoparticles for organic photovoltaics*. Organic Electronics, 2018. **59**: p. 432-440.
- [10] Pratiwi, Z.R., E.S. Rosa, and D. Rusdiana, *Pengaruh Suhu Annealing Lapisan Aktif Polimer P3HT: PCBM Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Substrat Gelas*. Fibusi (Jurnal Online Fisika), 2013. **1**(3).
- [11] Triyana, K., C. Sholihun, and R. Anggraeni, *Karakteristik Sel Surya Organik Berbasis Polimer P3HT: PCBM*.
- [12] Darwis, D., et al., *Role of Morphology of Surfactant-Free Nanoparticles in Organic Photovoltaics*. Journal of Electronic Materials, 2020. **49**(7): p. 4168-4179.
- [13] Kadem, B., et al., *Morphological, structural, optical, and photovoltaic cell of copolymer P3HT: ICBA and P3HT: PCBM*. Optik, 2020. **204**: p. 164153.
- [14] Ghazy, O., et al., *Tuning the size and morphology of P3HT/PCBM composite nanoparticles: towards optimized water-processable organic solar cells*. Nanoscale, 2020. **12**(44): p. 22798-22807.
- [15] Xue, B., et al., *Vertical Stratification and Interfacial Structure in P3HT:PCBM Organic Solar Cells*. The Journal of Physical Chemistry C, 2010. **114**(37): p. 15797-15805.



Gambar 4. Hasil karakterisasi SEM (a) 1 lapis unannealed (b) 1 lapis annealed (c) 3 lapis unannealed (d) 3 lapis annealed (e) 5 lapis unannealed (f) 5 lapis annealed (g) 8 lapis unannealed (h) 8 lapis annealed (i) 10 lapis unannealed (j) 10 lapis annealed (Keterangan — = 2 mikrometer)