

ABSTRAK

Labu kuning (*Cucurbita moschata*) merupakan salah satu tanaman yang mudah tumbuh di Indonesia. Selama ini biji labu kuning hanya dibuang dan menjadi bagian dari limbah organik. Ekstrak biji labu kuning mengandung kadar protein dan polisakarida yang tinggi sehingga memiliki gugus fungsi yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pereduksi, penstabil, serta *capping agent* pada sintesis nanopartikel ZnO dengan metode sol-gel. Penelitian ini bertujuan menguji kemampuan ekstrak biji labu kuning dalam mensintesis nanopartikel ZnO dengan metode sol-gel. Nanopartikel yang dihasilkan digunakan sebagai semikonduktor untuk aplikasinya pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Tahap penelitian ini dimulai dengan biji labu kuning dikeringkan dan dijadikan tepung. Tepung biji labu kuning diekstrak dan direaksikan dengan $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebagai prekursor. Ekstrak biji labu kuning dikarakterisasi menggunakan instrumen *Fourier Transform-Infrared* (FTIR). Nanopartikel ZnO dikarakterisasi menggunakan instrumen *X-ray Diffraction* (XRD) dan *Transmission Electron Microscope* (TEM). Dan selanjutnya diaplikasikan pada DSSC. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan perlakuan dan pengujian yang sama untuk kulit biji labu kuning sebagai pembandingnya. Hasil FTIR dari ekstrak biji dan kulit labu kuning dapat diketahui bahwa terdapat gugus hidroksi dan karboksil yang memungkinkan untuk berperan sebagai bioreduktor dan penstabil serta *capping agent* dalam proses biosintesis nanopartikel ZnO. Hasil XRD menunjukkan kristanilitas yang baik pada setiap nanopartikel ZnO dengan sistem kristal heksagonal. Hasil morfologi TEM mengidentifikasi bahwa nanopartikel yang didapat memiliki bentuk *spherical* dan memiliki distribusi ukuran partikel yang relatif seragam dengan ukuran rata-rata partikel 28,07 nm untuk biji dan 24 nm untuk kulit. Aplikasi nanopartikel ZnO pada DSSC menghasilkan nilai efisiensi sebesar 0,0517 % untuk biji labu kuning dan 0,0523 % untuk kulit labu kuning.

Kata Kunci: Biosintesis, *Cucurbita moschata*, sol-gel, nanopartikel, efisiensi

KATA PENGANTAR

Perkembangan teknologi di masa sekarang mendorong peningkatan penggunaan energi, terutama energi listrik. Namun, selama ini kebutuhan energi masih mengandalkan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang melimpah di alam adalah energi matahari atau sel surya. Selain melimpah, sel surya juga tidak menimbulkan dampak pada peningkatan emisi CO₂. Pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan teknologi sel surya (*Solar cell*). Perangkat atau piranti teknologi sel surya yang telah banyak digunakan adalah DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*). DSSC merupakan piranti atau perangkat yang menggunakan pemancar dari *dyes* dan elektroda berbahan material semikonduktor.

Salah satu material semikonduktor yang digunakan pada perangkat DSSC adalah ZnO. ZnO juga memiliki sifat optik, akustik, kelistrikan, serta stabilitas kimia dan termal yang baik sehingga berpotensi digunakan sebagai elektroda transparan dalam teknologi fotovoltaik maupun piranti pemancar ultraviolet atau sel surya.

Pada penelitian tahun 2019, kami sudah mensintesis ZnO dengan metode kopresipitasi dan mengaplikasikan juga pada DSSC. Namun karena ukuran partikelnya tidak terlalu kecil dan homogen maka pada tahun ini kami melakukan sintesis nanopartikel ZnO. Nanopartikel merupakan partikel yang berukuran nanometer, dimana memiliki range pada daerah 1-100 nm. Salah satu kelebihan material yang dibuat dalam ukuran nanometer adalah dapat bersifat lebih reaktif karena memiliki luas permukaan yang lebih besar. Metode biologi atau yang dikenal dengan biosintesis merupakan metode sintesis yang memanfaatkan makhluk hidup pada sintesisnya. Biosintesis juga merupakan salah satu metode yang relatif murah dan menggunakan bahan yang ramah lingkungan.

Pada penelitian 2020 ini, kami melakukan biosintesis nanopartikel ZnO dengan memanfaatkan ekstrak biji labu kuning (*Cucurbita moschata*). Biji labu merupakan bagian dari labu yang selama ini sering kali dibuang dan tidak dimanfaatkan. Pemanfaatan ekstrak biji labu ini diharapkan dapat menjadi solusi pengoptimalkan tumbuhan labu kuning.

Dari penelitian ini, kami memperoleh nanopartikel ZnO yang lebih homogen. Nanopartikel ZnO yang dihasilkan memiliki ukuran partikel rata-rata sebesar 28,07 nm. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak biji labu kuning memiliki gugus-gugus fungsi yang berperan sebagai *capping agent*, agen pereduksi dan penstabil dalam pembentukan nanopartikel ZnO. Ukuran partikel akan berpengaruh besar terhadap aplikasinya sebagai semikonduktor pada DSSC.

Demikianlah, dengan selesainya penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada: a) Puslitpen LP2M UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang sudah mendanai kegiatan penelitian ini; b) berbagai pihak di PLT UIN Syarif Hidayatullah yang telah memfasilitasi laboratorium dan penggunaan alat; c) Rekan dosen sejawat dan mahasiswa di prodi Kimia, Biologi, dan Fisika FST UIN Jakarta yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini baik dalam membantu analisis maupun pengumpulan data; d) Laboratorium Nanosains ITB untuk karakterisasi nanopartikelnya ;serta g) kepada berbagai pihak lainnya yang tidak mungkin

disebutkan satu persatu yang sudah membantu penyelesaian penelitian ini. Semoga semua ini menjadi amal sholih bagi kita.

Atas segala kekurangannya dalam melaksanakan penelitian ini, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Kami mengharapkan masukannya untuk penyempurnaan penelitian ini, dan juga untuk menjadi bahan bagi penyempurnaan penelitian pada tahun anggaran berikutnya.

Ciputat, September 2020
Koordinator Peneliti,

Nanda Saridewi, M.Si

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Pernyataan Bebas Plagiasi	ii
Abstrak	iii
Kata pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Hipotesis	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Nanopartikel	7
2.2 Seng Oksida	8
2.3 Sintesis Nanopartikel	9
2.4 Biji Labu Kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	12
2.5 Sol-Gel	14
2.5 <i>Fourier Transformation Infra Red</i> (FTIR)	18
2.6 <i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD)	21
2.7 <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM)	29
2.8 Spektrofotometer UV-Vis DRS (<i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance</i>)	31
2.9 <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	33
2.10 Kajian Penelitian	39
2.11 Kerangka Berpikir	40
BAB III. METODE PENELITIAN	41
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.2 Alat dan Bahan	41
3.3 Prosedur Kerja	42
3.4 Perhitungan	45
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Ekstraksi biji labu kuning	46
4.2 Gugus Fungsi ekstrak biji labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	47
4.3 Gugus Fungsi ekstrak kulit labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	49
4.4 Sintesis Nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak biji dan kulit labu kuning	52
4.5 Analisis kristal nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak biji labu kuning	55
4.6 Analisis kristal nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak kulit labu kuning	63

4.7 Hasil Analisis morfologi nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak biji labu kuning	66
4.8 Hasil Analisis morfologi nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak kulit labu kuning	70
4.9 Aplikasi pada DSSC	73
BAB V. PENUTUP	81
5.1 Simpulan	81
5.2 Implikasi	83
5.3 Rekomendasi	84
DAFTAR PUSTAKA	85
PERSONALISASI PENELITI	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skematik Klasifikasi nanomaterial : (a) struktur tiga dimensi (3-D); (b) struktur dua dimensi (2-D); (c) struktur satu dimensi; dan (d) struktur zerodimensi (0-D)	7
Gambar 2. Struktur kristal ZnO (Sirelkhatim <i>et al.</i> , 2015)	8
Gambar 3. Pendekatan dalam sintesis nanopartikel	10
Gambar 4. Mekanisme proses pembentukan nanopartikel ZnO	12
Gambar 5. Labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	13
Gambar 6. Biji labu kuning (<i>Cucurbitamoschata</i>)	14
Gambar 7. Alur Proses Sol-Gel	15
Gambar 8. Skema Kerja FTIR (Tahid, 1994)	19
Gambar 9. Instrumentasi FTIR	19
Gambar 10. Skema dasar XRD (Robert <i>et al.</i> , 2012)	22
Gambar 11. Instrumentasi XRD	23
Gambar 12. Lattice/kisi, motif, dan struktur Kristal	24
Gambar 13. Sel unit Bravais.	25
Gambar 14. Sel unit dari 14 kisi ruang Bravais.	26
Gambar 15. Bidang-bidang kristal.	27
Gambar 16. Bidang kristal berbentuk segi empat.	27
Gambar 17. Instrumentasi <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM)	30
Gambar 18. Instrumentasi TEM	31
Gambar 19. Pembentukan energy celah pada UV-DRS	32
Gambar 20. Susunan Komponen DSSC (Kay and Gratzel, 1996)	34
Gambar 21. Prinsip kerja DSSC (Grätzel, 2000)	36
Gambar 22. Nanopartikel TiO ₂ berfasa anatase (Grätzel, 2000)	37
Gambar 23. Grafik I-V pada Solar Sel (Bartasaghi <i>et al.</i> , 2015)	38
Gambar 24. Kerangka Berpikir	40
Gambar 25. Bagan kerja penelitian	42
Gambar 26. Proses ekstraksi biji labu kuning	46
Gambar 27. Spektra FTIR ekstrak biji labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	47
Gambar 28. <i>Cross-linking</i> yang terjadi antara molekul polisakarida dengan kation divalen (M ²⁺) (Visinescu <i>et al.</i> , 2012)	49
Gambar 29. Kulit labu kuning kering	50
Gambar 30. Spektra FTIR ekstrak kulit labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	51
Gambar 31. Hasil proses sol-gel nanopartikel ZnO dari ekstrak biji labu kuning	53
Gambar 32. Hasil proses sol-gel nanopartikel ZnO dari ekstrak biji labu kuning	53
Gambar 33. Mekanisme proses reaksi reduksi dan pembentukan nanopartikel ZnO (Nurbayasari <i>et al.</i> , 2017).	54
Gambar 34. Grafik XRD ZnO wurtzite data <i>Crystallography Open Database</i> (COD) pada Program <i>Match!</i> 3 No. [96-901-	56

1663].	
Gambar 35. Pola difraksi ZnO standar (a) dan ZnO pada pH 8, dengan konsentrasi prekursor 0,15 M (b), 0,1 M (c), dan 0,05 M (d).	56
Gambar 36. Basic data XRD sampel 0,05 M, pH 8	57
Gambar 37. Basic Data XRD sampel 0,1 M, pH 8	58
Gambar 38. Basic Data XRD sampel 0,15 M, pH 8	58
Gambar 39. Pola difraksi ZnO standar (a) dan ZnO dengan prekursor 0,15M pada pH 7 (b), 8 (c), dan 9 (d).	60
Gambar 40. Basic Data XRD sampel 0,15 M, pH 8	61
Gambar 41. Basic Data XRD sampel 0,15 M, pH 7	61
Gambar 42. Basic Data XRD sampel 0,15 M, pH 9	62
Gambar 43. Pola XRD nanopartikel ZnO pada pH 7, 8 dan 9	64
Gambar 44. Morfologi TEM Nanopartikel ZnO	66
Gambar 45. Morfologi TEM dengan perbesaran	67
Gambar 46. Hasil uji TEM nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak kulit labu kuning	70
Gambar 47. Proses pengujian konduktifitas kaca ITO	75
Gambar 48. Penampakan kaca konduktif setelah dilapisi nanopartikel ZnO	76
Gambar 49. Proses perendaman kaca lapisan kaca ITO dengan <i>dyes</i> selama 1 malam	76
Gambar 50. Proses pengujian konduktifitas kaca ITO	77
Gambar 51. Pengukuran DSSC menggunakan nanopartikel ZnO dari ekstrak biji labu kuning 1	78
Gambar 52. Pengukuran DSSC menggunakan nanopartikel ZnO dari ekstrak biji labu kuning 2	79
Gambar 53. Pengukuran DSSC menggunakan nanopartikel ZnO dari ekstrak kulit labu kuning	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat-sifat dari ZnO	9
Tabel 2. Ekstrak tanaman untuk sintesis ZnO(Jafarirad <i>et al.</i> , 2016)	11
Tabel 3. Spektrum FTIR ekstrak biji labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i>)	48
Tabel 4. Nilai ukuran kristal pada pH 8	59
Tabel 5. Nilai ukuran kristal pada konsentrasi 0,15 M	62
Tabel 6. Ukuran kristal nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak kulit labu kuning	65
Tabel 7. <i>ImageJ</i> untuk nanopartikel ZnO dari ekstrak biji labu kuning	68
Tabel 8. <i>Image J</i> untuk nanopartikel ZnO dari ekstrak kulit labu kuning	71
Tabel 9. Pengujian <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) nanopartikel ZnO	80