

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Persetujuan Ujian Tugas Akhir .....	ii
Pernyataan Orisinalitas.....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Pernyataan Persetujuan .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran .....	xiv
Arti Lambang dan Singkatan .....	xv
Abstrak .....	xvii
<i>Abstract</i> .....	xviii
Bab I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
Bab II Dasar Teori.....	7
2.1 <i>Perovskite</i> .....	7
2.2 Sel Surya <i>Perovskite</i> .....	8
2.2.1 Prinsip Kerja Sel Surya <i>Perovskite</i> .....	9
2.2.2 Struktur Sel Surya <i>Perovskite</i> .....	11
2.2.3 <i>Printable Mesoscopic Perovskite Solar Cell</i> (p-MPSC).....	13
2.2.4 <i>Printable Mesoscopic All-Inorganic Perovskite Solar Cell</i> (p-MAPSC) berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	16
2.2.5 Pemilihan Karakteristik Lapisan Tipis mp-TiO <sub>2</sub> yang Optimal sebagai <i>Electron Transport Layer</i> (ETL) pada p-MAPSC Berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	17
2.3 Karakterisasi Divais .....	19

2.3.1	<i>J-V Measurements</i> .....	19
2.3.2	<i>Thickness Measurements</i> .....	22
2.3.3	<i>UV-Vis Measurements</i> .....	22
2.3.4	<i>XRD Measurements</i> .....	25
2.3.5	<i>SEM Analysis</i> .....	26
2.3.6	<i>BET Analysis</i> .....	26
Bab III Metodologi Penelitian .....		28
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.2	Bahan dan Alat Penelitian .....	28
3.2.1	Bahan Penelitian .....	28
3.2.2	Alat Penelitian .....	29
3.3	Prosedur Penelitian .....	30
3.3.1	Preparasi Substrat Kaca FTO .....	31
3.3.2	Preparasi Larutan c-TiO <sub>2</sub> dan Pelapisan <i>Compact Layer</i> .....	32
3.3.3	Preparasi Larutan mp-TiO <sub>2</sub> dan Pelapisan <i>Mesoporous Layer</i> .....	33
3.3.4	Pelapisan <i>Spacer Layer</i> (ZrO <sub>2</sub> ) .....	34
3.3.5	Preparasi Larutan <i>Carbon</i> dan Pelapisan Elektroda <i>Carbon</i> .....	35
3.3.6	Preparasi Larutan CsPbBr <sub>3</sub> dan Pelapisan <i>Perovskite</i> .....	36
3.3.7	Pengukuran J-V pada Divais Sel Surya .....	38
3.3.8	Karakterisasi Lanjut .....	38
3.4	Variabel Penelitian .....	39
3.4.1	Variabel Bebas ( <i>Independent</i> ) .....	39
3.4.2	Variabel Terikat ( <i>Dependent</i> ) .....	39
3.5	Analisis Hasil Pengaruh Variasi Pasta dan Konsentrasi Lapisan Tipis mp-TiO <sub>2</sub> terhadap Kinerja p-MAPSC Berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	39
3.5.1	Hubungan antara Ketebalan Lapisan dengan Sifat Optik mp-TiO <sub>2</sub> ...	39
3.5.2	Sifat Mikrostruktur mp-TiO <sub>2</sub> .....	40
Bab IV Hasil dan Pembahasan .....		41
4.1	Fabrikasi Divais <i>Printable Mesoscopic All-Inorganic Perovskite Solar Cell</i> Berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	41

4.2 Pengaruh Variasi Pasta dan Konsentrasi Lapisan Tipis mp-TiO <sub>2</sub> terhadap Kinerja Divais p-MAPSC Berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	44
4.2.1 Hubungan antara Ketebalan Lapisan dengan Sifat Optik mp-TiO <sub>2</sub> ...	44
4.2.2 Sifat Mikrostruktur mp-TiO <sub>2</sub> .....	50
Bab V Penutup .....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
Daftar Pustaka .....	57
Lampiran .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran ketebalan lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> .....	45
Tabel 4.2 Hasil pengukuran J-V pada hari ke-43 dari divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> dengan variasi jenis pasta dan konsentrasi larutan .....	48
Tabel 4.3 Hasil ukuran partikel melalui pengukuran SEM lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> dengan variasi jenis pasta.....	52
Tabel 4.4 Hasil pengukuran porositas melalui pengukuran BET metode <i>Barrett-Joyner-Halenda</i> (BJH) lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> dengan variasi jenis pasta.....	52
Tabel 4.5 Hasil stabilitas melalui pengukuran J-V divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> pada variasi jenis pasta dengan variasi konsentrasi terbaik .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi <i>perovskite</i> $ABX_3$ yang menampilkan kation $BX_6$ oktahedral dan kation A yang terlibat dalam kuboktahedral .....	7
Gambar 2.2 Diagram energi sel surya <i>perovskite</i> dengan struktur n-i-p yang menunjukkan penyelarasan lapisan LUMO dan HOMO .....	10
Gambar 2.3 Struktur divais sel surya <i>perovskite</i> (a) Struktur mesoskopik n-i-p; (b) Struktur planar n-i-p; (c) Struktur mesoskopik p-i-n; dan (d) Struktur planar p-i-n .....	12
Gambar 2.4 Skema <i>triple-mesoscopic carbon perovskite solar cell</i> (m-CPSC)...	14
Gambar 2.5 Skema produksi <i>triple-mesoscopic carbon perovskite</i> (m-CPSC) menggunakan metode <i>screen printing</i> .....	15
Gambar 2.6 Skema deposisi <i>perovskite</i> menggunakan metode <i>dip-coating</i> .....	17
Gambar 2.7 (a) Rangkaian ekuivalen dioda dari sel surya dan (b) Rangkaian kurva J-V yang menunjukkan parameter <i>photovoltaic</i> (PV).....	21
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.2 Skema preparasi larutan c-TiO <sub>2</sub> .....	32
Gambar 3.3 Skema pelapisan <i>compact layer</i> .....	33
Gambar 3.4 Skema preparasi larutan mp-TiO <sub>2</sub> .....	33
Gambar 3.5 Skema pelapisan <i>mesoporous layer</i> .....	34
Gambar 3.6 Skema preparasi larutan <i>carbon</i> .....	35
Gambar 3.7 Skema preparasi larutan PbBr <sub>2</sub> .....	36
Gambar 3.8 Skema preparasi larutan CsBr .....	37
Gambar 3.9 Skema pelapisan <i>perovskite</i> .....	38
Gambar 4.1 Hasil preparasi larutan (a) c-TiO <sub>2</sub> ; (b) mp-TiO <sub>2</sub> ; (c) <i>carbon</i> ; (d) PbBr <sub>2</sub> ; dan (e) CsBr.....	41
Gambar 4.2 Hasil pelapisan mp-TiO <sub>2</sub> dengan variasi jenis pasta dan konsentrasi larutan.....	42
Gambar 4.3 Hasil pelapisan (a) c-TiO <sub>2</sub> ; (b) mp-TiO <sub>2</sub> ; (c) ZrO <sub>2</sub> ; (d) <i>carbon</i> ; (e) PbBr <sub>2</sub> ; dan (f) CsBr .....	43

Gambar 4.4 Hasil fabrikasi divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> (a) Variasi pasta TiO <sub>2</sub> 18NR-T dengan konsentrasi 1:3; 2:3; dan 3:3 serta (b) Variasi pasta TiO <sub>2</sub> 90-T dengan konsentrasi 1:3; 2:3; dan 3:3 .....	44
Gambar 4.5 Grafik hasil pengukuran UV-Vis lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> .....	46
Gambar 4.6 Grafik <i>band gap</i> menggunakan perhitungan Tauc Plot (a) 18NR-T (1:3); (b) 90-T (1:3); (c) 18NR-T (2:3); (d) 90-T (2:3); (e) 18NR-T (3:3); dan (f) 90-T (3:3) .....	47
Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran kurva J-V divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> dengan variasi jenis pasta dan konsentrasi larutan.....	50
Gambar 4.8 Grafik hasil pengukuran XRD lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> .....	51
Gambar 4.9 Hasil morfologi nanopartikel melalui pengukuran SEM lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> dengan variasi jenis pasta (a) TiO <sub>2</sub> 18NR-T dan (b) TiO <sub>2</sub> 90-T .....	51
Gambar 4.10 Grafik hasil stabilitas melalui pengukuran J-V divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> pada variasi jenis pasta dengan variasi konsentrasi terbaik (a) <i>power conversion efficiency</i> ; (b) <i>fill factor</i> ; (c) <i>open-circuit voltage</i> ; dan (d) <i>short-circuit current density</i> .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil karakterisasi ketebalan lapisan tipis mp-TiO <sub>2</sub> .....	63
Lampiran B Hasil karakterisasi J-V keseluruhan 6 variasi divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> .....	66
Lampiran C Hasil stabilitas keseluruhan 6 variasi divais p-MAPSC berbasis CsPbBr <sub>3</sub> dari kinerja J-V berupa PCE, FF, V <sub>oc</sub> , dan J <sub>sc</sub> .....	67
Lampiran D <i>Fitting</i> kurva J-V untuk menemukan nilai R <sub>s</sub> dan R <sub>sh</sub> .....	69
Lampiran E Hasil karakterisasi SEM.....	72
Lampiran F Hasil karakterisasi XRD.....	73