

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	7
II.1 Tinjauan Pustaka	7
II.1.1 Perovskit	7
II.1.2 Metode deposisi lapis tipis perovskit	9
II.1.3 Prekursor perovskit	12
II.1.4 Aditif amonium halida	13
II.1.5 Mekanisme pertumbuhan kristal perovskit	15
II.1.6 Mekanisme degradasi perovskit	18
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	19
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	19
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	20
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	21
II.2.4 Rancangan penelitian	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
III.1 Bahan Penelitian	24
III.2 Alat Penelitian	24
III.3 Prosedur Penelitian	24
III.3.1 Preparasi kaca FTO	24
III.3.2 Preparasi larutan prekursor perovskit	25
III.3.3 Deposisi larutan prekursor perovskit	25
III.3.4 Kajian pengaruh pembentukan kristal melalui pemanasan (<i>annealing</i>)	25
III.3.5 Kajian pengaruh waktu paparan kelembaban	26
III.3.6 Kajian pengaruh aditif terhadap morfologi, parameter kisi dan energi celah pita	26
III.4 Metode Karakterisasi	27
III.4.1 Identifikasi fasa kristal perovskit dengan XRD	27
III.4.2 Karakterisasi pola vibrasi perovskit	28
III.4.3 Karakterisasi morfologi lapis tipis menggunakan SEM-EDX	29

III.4.4 Penentuan energi celah pita	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1 Sintesis Lapis Tipis Perovskit	31
IV.2 Pengaruh Aditif Terhadap Kestabilan Produk Perovskit	39
IV.2.1 Perovskit tanpa aditif (PV)	39
IV.2.2 Perovskit dengan aditif NH ₄ Cl (PVC1)	43
IV.2.3 Perovskit dengan aditif NH ₄ Br (PVBr)	47
IV.2.4 Perovskit dengan aditif NH ₄ I (PVI)	49
IV.3 Morfologi, Parameter Struktur dan Energi Celah Pita Perovskit	52
BAB V KESIMPULAN	63
V.1 Kesimpulan	63
V.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur kristal perovskit: (a) fasa kubus ideal (b) fasa ortorombik	7
Gambar II.2	Skema metode deposisi film perovskit (a) <i>spin-coating</i> 1 tahap (b) <i>spin-coating</i> 2 tahap	9
Gambar II.3	Skema metode deposisi film perovskit (a) dengan penguapan (b) VSAP	10
Gambar II.4	Skema metode deposisi film perovskit (a) CVD (b) pelapisan dengan proses penyemprotan	11
Gambar II.5	Skema metode deposisi film perovskit (a) <i>doctor-blading</i> (b) <i>slot-die</i>	12
Gambar II.6	SEM film perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ yang berasal dari prekursor (a) PbI_2 dan $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$, (b) PbI_2 , $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ dan aditif NH_4Cl , (c) mekanisme pembentukan $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ dengan aditif NH_4Cl	15
Gambar II.7	Pertumbuhan <i>grain</i> perovskit dari ukuran kecil (a) menjadi ukuran besar (b) mengikuti aturan Ostwald	16
Gambar II.8	Morfologi perovskit dari prekursor (a) PbCl_2 , (b) PbI_2 dan (c) $\text{Pb}(\text{Ac})_2$	17
Gambar IV.1	Plot waktu <i>annealing</i> terhadap suhu dalam sintesis perovskit	32
Gambar IV.2	Skema pembentukan lapisan dari prekursor pada menit ke-1 (a) menjadi perovskit pada menit ke-n (d) pada suhu optimum	33
Gambar IV.3	Pola difraksi perovskit (a) PVI, (b) PVBr, (c) PVCl, (d) PV	34
Gambar IV.4	Pola vibrasi perovskit: (a) PVBr, (b) PVCl, (c) PVI, dan (d) PV	36
Gambar IV.5	Pola XRD sampel perovskit tanpa aditif (PV) yang dikarakterisasi pada a) hari ke-1, b) hari ke-2, c) hari ke-3, d) hari ke-14 dan e) hari ke-21	40
Gambar IV.6	Rasio intensitas XRD untuk perovskit tanpa aditif (PV) (a) $I_{\text{adduct}}/I_{(110)}$, (b) $I_{(\text{PbI}_2)}/I_{(110)}$ dan (c) $I_{(110)}/I_{(220)}$	42
Gambar IV.7	Pola XRD sampel perovskit dengan aditif NH_4Cl (PVCl) yang dikarakterisasi pada a) hari ke-1, b) hari ke-2, c) hari ke-3, d) hari ke-14 dan e) hari ke-21	44
Gambar IV.8	Rasio intensitas XRD untuk perovskit dengan aditif NH_4Cl (PVCl) (a) $I_{(\text{PbI}_2)}/I_{(110)}$ dan (b) $I_{(110)}/I_{(220)}$	45
Gambar IV.9	Pola XRD sampel perovskit dengan aditif NH_4Br (PVBr) yang dikarakterisasi pada a) hari ke-1, b) hari ke-2, c) hari ke-3, d) hari ke-14 dan e) hari ke-21	47
Gambar IV.10	Rasio intensitas $I_{(110)}/I_{(220)}$ untuk perovskit dengan aditif NH_4Br (PVBr)	49
Gambar IV.11	Pola XRD sampel perovskit dengan aditif NH_4I (PVI) yang dikarakterisasi pada a) hari ke-1, b) hari ke-2, c) hari ke-3, d) hari ke-14 dan e) hari ke-21	50
Gambar IV.12	Rasio intensitas XRD untuk perovskit dengan aditif NH_4I (PVI), (a) $I_{\text{adduct}}/I_{(110)}$, (b) $I_{\text{PbI}_2}/I_{(110)}$ dan (c) $I_{(110)}/I_{(220)}$	51

Gambar IV.13	Gambar permukaan perovskit yang terdeposisi di atas substrat kaca FTO masing-masing untuk sampel (a) PV, (b) PVI, (c) PVCl dan (d) PVBr.	53
Gambar IV.14	Distribusi ukuran <i>grain</i> untuk (a) PV, (b) PVI, (c) PVCl, (d) PVBr berdasarkan pengukuran menggunakan ImageJ [®]	54
Gambar IV.15	Pemetaan perovskit yang dideposisi di atas substrat kaca FTO masing-masing untuk sampel (a) PV, (b) PVI, (c) PVCl dan (d) PVBr	56
Gambar IV.16	Penentuan energi celah pita perovskit menggunakan plot Tauc untuk sampel a) PV, b) PVCl, c) PVBr dan d) PVI	60

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Vibrasi ulur gugus S=O dari DMSO, <i>adduct</i> $\text{PbI}_2 \cdot \text{DMSO}$ dan <i>adduct</i> $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I} \cdot \text{PbI}_2 \cdot \text{DMSO}$ (Ahn <i>et al.</i> , 2015), dibandingkan dengan hasil pengukuran FTIR pada penelitian ini <i>adduct</i> $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I} \cdot \text{Pb}(\text{Ac})_2 \cdot \text{DMSO}$	38
Tabel IV.2	Parameter struktur dan derajat distorsi tetragonal perovskit	57
Tabel IV.3	Hubungan energi celah pita, volume kisi dan ukuran <i>grain</i> perovskit	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	XRD Perovskit	72
Lampiran 2	Pola vibrasi perovskit	74
Lampiran 3	Kestabilan PV berdasarkan XRD hari ke-1 sampai ke-21	77
Lampiran 4	Kestabilan PVCl berdasarkan XRD hari ke-1 sampai ke-21	80
Lampiran 5	Kestabilan PVBr berdasarkan XRD hari ke-1 sampai ke-21	83
Lampiran 6	Kestabilan PVI berdasarkan XRD hari ke-1 sampai ke-21	86
Lampiran 7	Morfologi dan komposisi perovskit berdasarkan SEM EDX	89
Lampiran 8	Distribusi ukuran <i>grain</i> perovskit berdasarkan ImageJ	93
Lampiran 9	Penentuan parameter struktur dan distorsi perovskit	97
Lampiran 10	Kurva SRUV perovskit	101
Lampiran 11	Penentuan ukuran <i>grain</i> berdasarkan Scherrer dan WH plot	103