

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi struktur multilayer TMDC WS ₂ dan MoS ₂ . Diadaptasi dari ref [6].....	7
Gambar 2. 2 I-V yang menunjukkan perilaku fotovoltaiik pada heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ lateral. Inset menunjukkan perilaku p-n <i>junctions</i> dengan cahaya (hitam) dan tanpa pencahayaan (merah) [23].	9
Gambar 2. 3 Skematik tipe-tipe <i>heterojunction</i>	10
Gambar 2. 4 Skematik posisi kesejajaran pita energi heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ .	11
Gambar 2. 5 Skema eksfoliasi fasa cair. Diadaptasi dari referensi [57].	12
Gambar 2. 6 Skema emisi sinar-X pada atom.....	14
Gambar 2. 7 (a dan a') Citra SEM WS ₂ /MoS ₂ yang diproduksi pada perbandingan rasio volume suspensi (WS ₂) dan air (dinotasikan S/W) berbeda [60]. (b dan b') Citra SEM <i>nanosheets</i> MoS ₂ [61]. (c dan c') Citra SEM <i>nanosheets</i> WS ₂ [61]. ...	15
Gambar 2. 8 Ilustrasi proses hamburan pada spektroskopi Raman.	17
Gambar 2. 9 Spektrum Raman dari WS ₂ yang diperoleh menggunakan eksitasi laser 532 nm. Diadaptasi dan dimodifikasi dari ref [65].....	18
Gambar 2. 10 (a) Spektrum Raman dari beberapa lapisan (nL) dan <i>bulk</i> MoS ₂ . (b) Ilustrasi vibrasi atom dari mode Raman MoS ₂ (arah Z diluar bidang). Diadaptasi dan dimodifikasi dari referensi [66].	19
Gambar 2. 11 Spektrum Raman heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ vertikal yang di-fitting dengan fungsi distribusi Lorentzian. Diadaptasi dari referensi [68].	20
Gambar 2. 12 Karakterisasi kurva IV pada substrat PET. (a) Heterostruktur MoS ₂ /WS ₂ vertikal. (b) lapisan tunggal MoS ₂ dan WS ₂ . Diadaptasi dari referensi [70].	21
Gambar 2. 13 Ilustrasi sistem pengukuran CV.	22
Gambar 2. 14 (a) Karakterisasi kurva I-V menggunakan CV. (b) Kurva hubungan kapasitansi spesifik dan <i>scan rate</i> . Diadaptasi dari referensi [36].	23
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Proses fabrikasi heterostruktur. (a) Pembuatan sampel. (b) Eksfoliasi fasa cair. (c) Sentrifugasi. (d) Drop casting. (e) Pengeringan sampel. (f) Sampel yang telah dikeringkan.	25
Gambar 3. 3 Skema pengukuran sifat optik dengan spektrofotometer.	27
Gambar 3. 4 Skema pengukuran sifat listrik dengan Keithley 2400.	28
Gambar 3. 5 Skema pengukuran menggunakan <i>cyclic voltammetry</i>	29
Gambar 4. 1 Larutan campuran 1 mg/mL WS ₂ dengan 2 mg/mL NaOH didalam pelarut NMP. (a) Sebelum dimodifikasi. (b) Setelah disonikasi selama 15 jam. (c) Setelah disonikasi selama 60 jam. (d) Setelah disentrifugasi pertama. (e) Sisa	

endapan. (f) Setelah disonikasi selama 120 jam. (g) Setelah disentrifugasi kedua. (h) <i>Supernatant</i>	30
Gambar 4. 2 Larutan campuran 1 mg/mL MoS ₂ dengan 2 mg/mL NaOH didalam pelarut NMP. (a) Sebelum dimodifikasi. (b) Setelah disonikasi selama 60 jam. (c) Setelah disentrifugasi dan sisa endapan. (d) Supernatant. Gambar diambil dan diadaptasi dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hastuti Delima [72]....	31
Gambar 4. 3 Hasil uji sifat optik larutan WS ₂ . (a) Spektrum transmisi cahaya melalui larutan WS ₂ eksfoliasi (hitam), larutan WS ₂ non-eksfoliasi (merah), dan NMP (biru). (b) Spektrum transmisi cahaya melalui larutan WS ₂ eksfoliasi (hitam), larutan WS ₂ non-eksfoliasi (merah), dan NMP (biru) yang dikalikan bilangan tertentu. (c) Hasil pengurangan spektrum larutan WS ₂ eksfoliasi dan non-eksfoliasi dengan spektrum NMP. (d) Hasil pengurangan spektrum larutan WS ₂ eksfoliasi dan non-eksfoliasi yang dikalikan bilangan tertentu dengan spektrum NMP. Grafik inset adalah perbesaran dari grafik (d) yang ditandai oleh dengan garis putus-putus.....	32
Gambar 4. 4 Hasil uji sifat optik larutan MoS ₂ . (a) Spektrum transmisi cahaya melalui larutan MoS ₂ eksfoliasi (hitam), larutan MoS ₂ non-eksfoliasi (merah), dan NMP (biru). (b) Spektrum transmisi cahaya melalui larutan MoS ₂ eksfoliasi (hitam), larutan MoS ₂ non-eksfoliasi (merah), dan NMP (biru) yang dikalikan bilangan tertentu. (c) Hasil pengurangan spektrum larutan MoS ₂ eksfoliasi dan non-eksfoliasi dengan spektrum NMP. (d) Hasil pengurangan spektrum larutan MoS ₂ eksfoliasi dan non-eksfoliasi yang dikalikan bilangan tertentu dengan spektrum NMP. Diambil dan diadaptasi dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hastuti Delima [72].....	34
Gambar 4. 5 Citra mikroskop heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ diatas substrat PET dengan 4, 10 dan 40 kali perbesaran.	36
Gambar 4. 6 (a) Perbandingan spektrum transmisi cahaya melalui lapisan heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ , lapisan tunggal WS ₂ , lapisan tunggal MoS ₂ , dan PET. (b) Perbandingan spektrum absorpsi lapisan heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ , lapisan tunggal WS ₂ , dan lapisan tunggal MoS ₂	37
Gambar 4. 7 (a) dan (b) Citra SEM dari sampel WS ₂ /MoS ₂ dengan perbesaran 50.000 kali. (c) EDS <i>mapping</i> WS ₂ /MoS ₂	38
Gambar 4. 8 (a) Spektrum Raman dari WS ₂ dengan pergeseran Raman 100–500 cm ⁻¹ . (b)–(d) Spektrum Raman dari (b) lapisan tunggal WS ₂ , (c) lapisan tunggal MoS ₂ , dan (d) heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ . (e)–(f) Citra confocal mikroskop dari (e) lapisan tunggal WS ₂ , (f) lapisan tunggal MoS ₂ , dan (g) heterostruktur WS ₂ /MoS ₂	39
Gambar 4. 9 Kurva karakterisasi I-V (a–b) dan citra mikroskop elektroda dengan perbesaran 4 kali (a'–b') dari lapisan heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ . (a dan a') Sampel A. (b dan b') sampel B.....	42

Gambar 4. 10 Kurva karakterisasi I-V (a–c) dan citra mikroskop elektroda dengan perbesaran 4 kali (a’–c’) dari lapisan heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ . (a dan a’) Sampel C. (b dan b’) sampel D. (c dan c’) sampel E.....	43
Gambar 4. 11 Kurva karakterisasi I-V (a–c) dan citra mikroskop elektroda dengan perbesaran 4 kali (a’–c’) dari lapisan heterostruktur WS ₂ /MoS ₂ . (a dan a’) Sampel F. (b dan b’) sampel G. (c dan c’) sampel H.....	45
Gambar 4. 12 Kurva karakterisasi I-V (a–d) dan citra mikroskop elektroda dengan perbesaran 4 kali (a’–d’) dari lapisan tunggal MoS ₂ . (a dan a’) Sampel A. (b dan b’) sampel B. (c dan c’) sampel C. (d dan d’) sampel D.....	47
Gambar 4. 13 Kurva karakterisasi I-V (a–d) dan citra mikroskop elektroda dengan perbesaran 4 kali (a’–d’) dari lapisan tunggal WS ₂ . (a dan a’) Sampel A. (b dan b’) sampel B. (c dan c’) sampel C. (d dan d’) sampel D.....	49
Gambar 4. 14 (a) Kurva karakterisasi I-V sampel A dengan skala linier. (b) grafik sampel A dengan arus bersekala logaritmik. (c) grafik sampel A pada daerah bias negatif dengan skala logaritmik ganda. (d) dan (e) Ilustrasi proses H ₂ O dapat memfasilitasi muatan positif terperangkap (<i>trapping</i>) dan <i>detrapping</i> pada kekosongan atom S.	52
Gambar 4. 15 (a) Kurva I-V sampel WS ₂ yang diaplikasikan <i>sweep time</i> berbeda 1 detik, 3 detik, dan 5 detik yang diplot bersama. (b) Kurva nilai lebar histerisis dari <i>sweep time</i> berbeda. Inset merupakan kurva (a) diplot semilog	53
Gambar 4. 16 . Kurva CV sampel eksfoliasi single drop. (a) MoS ₂ . (b) WS ₂ . (c) WS ₂ /MoS ₂ . Kurva kapasitansi spesifik per-siklus sampel eksfoliasi. (d) MoS ₂ . (e) WS ₂ . (f) WS ₂ /MoS ₂	55
Gambar 4. 17 Kurva CV sampel non-eksfoliasi. (a) MoS ₂ . (b) WS ₂ . (c) WS ₂ /MoS ₂ . Kurva kapasitansi spesifik per-siklus sampel non-eksfoliasi. (d) MoS ₂ . (e) WS ₂ . (f) WS ₂ /MoS ₂	57
Gambar 4. 18 Kurva CV sampel multiple drop casting. (a) MoS ₂ . (b) WS ₂ . (c) WS ₂ /MoS ₂ . Kurva kapasitansi spesifik per-siklus sampel multiple drop casting. (d) MoS ₂ . (e) WS ₂ . (f) WS ₂ /MoS ₂	58
Gambar 4. 19 Kurva perbandingan kapasitansi spesifik (satuan mF/g) semua sampel pada siklus ke-1, 5, dan 10.....	61
Gambar 4. 20 Kurva perbandingan kapasitansi spesifik (satuan mF/cm ²) semua sampel pada siklus ke-1, 5, dan 10.....	62