BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material logam transisi *Dichalcogenide* (TMDC) sangat umum dijumpai penggunaannya pada perangkat berbasis elektronik dan optoelektronik. Dengan rumus molekul TX_2 dimana T= Mo, W dan X= S, Se, Te [1]. *Tungsten Disulfide* (WS_2) masuk kedalam kategori TMDC yang memiliki *indirect band gap* sebesar 1,4 eV pada saat WS_2 dalam bentuk *bulk* dan *direct band gap* sebesar ~1,9 eV dalam bentuk lapisan tunggal [2]. Penggunaan WS_2 juga banyak diaplikasikan di berbagai perangkat dengan kegunaannya sebagai, fotodetektor, *Light-Emitting Diode* (LED), dan pemanfaatannya dalam elektronik fleksibel [3].

Untuk mendapatkan lapisan tipis dari material TMDC dilakukan dengan berbagai metode seperti *Mechanical Exfoliation, Electric Chemical Exfoliation, Hydro-Thermal Method, Chemical Vapor Deposition,* dan *Liquid Phase Exfoliation* [4,5]. *Mechanical Exfoliation* merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini menggunakan selotip untuk mengelupas lapisan demi lapisan kristal WS_2 dan menempelkannya di atas substrat [4]. Metode *Electric Chemical Exfoliation* merupakan metode dengan lapisan TMDC yang dihubungkan dengan kutub positif baterai (sebagai katoda) dan litium *foil* dihubungkan dengan kutub negatif baterai (sebagai anoda). Akibat beda potensial tersebut, ion litium akan tertarik dan menyisip kedalam lapisan TMDC. Penyisipan ini menyebabkan ikatan antar lapisan sumbu c TMDC akan lemah dan saat getaran akibat proses sonikasi akan menyebabkan lapisan pecah menjadi lapisan tipis [4]. Selanjutnya pada metode *Hydro-Thermal Method,* lapisan TMDC dimasukkan dengan mencampur gas mulia kedalam *autoclave* bertekanan tinggi dan dipanaskan hingga suhu 773 K selama 3 jam [4]. Metode ini telah dilakukan pada penelitian sebelumnya untuk menghasilkan lapisan tipis WS_2 yang diikuti dengan proses kalsinasi dan mampu menghasilkan lapisan dengan ketebalan hingga 5 nm [5]. Metode *Chemical Vapor Deposition* merupakan metode yang menggunakan prinsip penguapan. Pada saat bahan TMDC diletakkan pada daerah

dengan suhu yang tinggi, atom-atom TMDC akan menguap dan menempel pada substrat yang diletakkan di daerah dengan suhu yang rendah. Semua proses ini terjadi di dalam tabung dengan suhu, tekanan maupun kelembabannya dikontrol [4]. Metode *Liquid Phase Exfoliation* atau eksfoliasi fasa cair merupakan metode untuk mendapatkan lapisan tipis dengan proses sonikasi yang menyebabkan getaran untuk memecah lapisan menjadi lapisan tipis hingga lapisan tunggal [5]. Pada proses ini, material TMDC dalam bentuk serbuk dicampur dengan NaOH yang dimasukkan kedalam larutan *N-Metil-2-Pyrrolidone* (NMP) lalu disonikasi selama 60 jam [5]. NaOH bekerja sebagai interkalator untuk menyisip kedalam lapisan untuk membantu proses pecahnya lapisan sehingga menghasilkan lapisan tipis. Penelitian dengan menggunakan metode eksfoliasi fasa cair juga telah dilakukan sebelumnya. Lapisan tunggal WS_2 yang dihasilkan mencapai 3 sampai 5 lapisan dengan ukuran diameter *flakes* 2-3 µm [6].

Pendeposisian material WS_2 di atas substrat juga dipengaruhi permukaan substrat yang digunakan. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penumbuhan lapisan tipis WS_2 dengan metode eksfoliasi mekanik dan dideposisi di atas substrat fleksibel PET dengan panjang substrat 34,8 mm dan tebal 300 µm yang menghasilkan lapisan tunggal WS_2 dengan ketebalan sebesar 0,8 nm lalu diamati sifat mekaniknya saat substrat diberi tegangan (*strain)* [7]. Selanjutnya telah dilakukan penelitian pada penumbuhan lapisan WS_2 di atas substrat ITO yang menghasilkan ketebalan lapisan tunggal hingga 0,8-1,2 nm [8]. Pada penelitian ini sebelum lapisan dideposisi, substrat ITO terlebih dahulu dibersihkan dengan cara dicuci dengan sabun lalu disonikasi menggunakan air *de-ionized (DI Water)* dan aseton selama 10 menit untuk masing-masing larutan [8]. Substrat PET maupun ITO/PET juga memiliki berbagai perlakuan khusus sebelum diberi suatu lapisan. Pembersihan substrat dilakukan dengan tujuan membersihkan sisa kotoran atau residu yang terdapat pada bahan polimer. Hal ini dapat menyebabkan proses penempelan sampel di atas substrat menjadi tidak rata akibat adanya partikel lain yang menempel. Sebaran *flakes* pada substrat yang tidak diberi perlakuan cenderung terpisah dan memiliki jarak antar lapisannya, tersebar tidak merata, dan sangat sering sekali ditemukan material atau komponen lain yang tidak

diinginkan. Efek pengeringan sampel dengan cara memanaskan sampel menggunakan oven juga diperlukan, agar cairan pelarut saat setelah dideposisi di atas substrat dapat menguap dan hanya menyisakan lapisan dengan ketebalan yang sama dan merata.

Pada penelitian kali ini, dilakukan pengukuran sifat listrik dari lapisan tipis WS_2 di atas substrat PET dan ITO/PET yang telah dicuci terlebih dahulu. Substrat PET dan ITO/PET dipilih karena sifat mekanik dari kedua bahan ini yang memungkinkan substrat dapat ditarik untuk diukur sifat elastisnya yang kemudian diaplikasikan pada sirkuit fleksibel suatu perangkat elektronik, serta diharapkan dengan permukaan dari substrat PET dan ITO/PET, sebaran *flakes* dapat tersebar merata. Modifikasi lapisan tipis WS_2 menggunakan metode eksfoliasi fasa cair yang memungkinkan untuk menghasilkan lapisan tipis berukuran nano dalam jumlah besar [9]. Serbuk WS_2 dicampur menggunakan *N-Metil-2-Pyrrolidone* (NMP) sebagai pelarut serta ditambah Natrium Hidroksida (NaOH) yang kemudian disonikasi mengunakan ultrasonikator Elmasonic S10. Sebelum hasil larutan yang telah disonikasi dideposisi di atas substrat, terlebih dahulu substrat dicuci menggunakan larutan aseton, etanol dan *de-mineralized (Aqua-DM)* dengan cara dicelupkan dan disonikasi selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit untuk masing-masing larutan. Substrat yang telah dicuci kemudian dialiri dengan gas nitrogen. Kemudian, larutan hasil sonikasi dapat dideposisi di atas substrat menggunakan metode *Drop Casting*. Selanjutnya, sampel dikeringkan di oven dengan variasi waktu dan suhu yang berbeda dengan tujuan agar NMP dapat menguap. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan lapisan WS_2 yang dideposisi di atas substrat yang telah diberi pencucian dan yang dipanaskan dalam waktu tertentu dapat menghasilkan sebaran *flakes* WS_2 yang menyatu dan tidak berjarak, serta ketebalan lapisan yang seragam. Sifat listrik WS_2 untuk berbagai sampel dan substratnya yang telah diberi perlakukan juga diamati dari respon kurva I-V dan menganalisis hubungan dari efek pencucian substrat dan pengeringan sampel yang telah diberikan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir kali ini, yaitu:

1. Bagaimana efek pencucian substrat terhadap sebaran *flakes*?
2. Bagaimana efek pengeringan sampel terhadap sebaran *flakes*?
3. Bagaimana efek sebaran *flakes* terhadap sifat listrik WS_2?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang di atas, maka tujuan penelitian Tugas Akhir kali ini, yaitu:

1. Mengetahui efek dari percucian substrat terhadap sebaran *flakes.*
2. Mengetahui efek pengeringan sampel terhadap sebaran *flakes.*
3. Mengetahui efek sebaran *flakes* terhadap sifat listrik WS_2.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir kali ini adalah:

1. Larutan untuk mencuci substrat hanya menggunakan aseton, etanol, dan *aqua-dm (de-mineralized).*
2. Menggunakan mikroskop digital untuk mengamati hasil dari sebaran *flakes.*
3. Sifat kelistrikan lapisan WS_2 di atas substrat diamati melalui respon dari kurva arus tegangan (I-V)

1.5 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir kali ini diantara nya sebagai berikut:

Studi Literatur

Dilakukan dengan cara mencari informasi terkait pendeposisian lapisan WS_2 di atas substrat serta pencucian pada substrat sebelum substrat digunakan, melalui literatur-literatur yang berkaitan dengan tugas akhir kali ini.

Proses Fabrikasi dan Karakterisasi

Fabrikasi dan karakterisasi melalui beberapa proses diantaranya: eksfoliasi fasa cair, sonikasi substrat pada larutan sebelum digunakan, serta pengukuran sifat listrik dari lapisan WS_2.

Analisis Hasil Eksperimen dan Kesimpulan

Setelah tahap proses fabrikasi dan karakterisasi dilakukan analisis mulai dari pengaruh pencucian substrat terhadap sebaran *flakes* dan sifat listrik pada lapisan WS_2.

Penyusunan Laporan Akhir

Seluruh hasil penelitian dari data yang telah dianalisa ditulis dalam bentuk laporan Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada pengerjaan Tugas Akhir kali ini diantaranya sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang dari struktur WS_2, beberapa perlakuan pada substrat sebelum digunakan yang merujuk pada penelitian sebelumnya, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika pada penulisan laporan tugas akhir.

Bab 2: Tinjauan Pustaka

Berisi tentang teori-teori yang digunakan, diantaranya: WS_2, proses pencucian pada substrat PET dan ITO/PET, metode eksfoliasi fasa cair, dan sifat listrik.

Bab 3: Metodologi Penelitian

Berisi tentang pendepoposisian WS_2 di atas substrat, pengaruh pencucian substrat, serta pengukuran sifat listrik dari lapisan WS_2.

Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang penjelasan terkait hasil penelitian yang telah dikerjakan antara lain hasil modifikasi lapisan WS_2, pengaruh dari pencucian substrat, pengaruh dari variasi suhu pengeringan sampel, pengukuran ketebalan lapisan hingga hasil pengukuran sifat listrik lapisan WS_2.

Bab 5: Simpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan. Serta saran sebagai untuk memperbaiki sistematika penelitian untuk penelitian selanjutnya.