

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Kemajuan teknologi elektronik pada saat ini mengalami percepatan yang signifikan, disertai dengan meningkatnya tuntutan terhadap perangkat yang memiliki bobot ringan, fleksibilitas tinggi, serta kinerja optimal [1]. Kemajuan signifikan teknologi elektronik ini menyebabkan banyaknya limbah elektronik yang dimana limbah ini tidak mudah terurai yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Menurut laporan *United Nations Global E-waste Monitor 2020*, jumlah limbah elektronik (*e-waste*) di seluruh dunia mencapai 62 juta ton pada tahun 2022, menunjukkan peningkatan sebesar 82% dibandingkan tahun 2010, dan diperkirakan akan terus bertambah hingga mencapai 82 juta ton pada tahun 2030. Limbah tersebut mengandung unsur logam berat seperti timbal, merkuri, dan kadmium yang berpotensi mencemari lingkungan secara signifikan [2].

Limbah elektronik yang meningkat tersebut menjadi sebuah tantangan besar bagi sektor lingkungan, hal ini menuntut perlu adanya inovasi dalam teknologi yang terbarukan terutama dalam material pembentuknya. Namun, sebagian besar perangkat konvensional saat ini masih menggunakan material logam seperti tembaga dan perak karena memiliki nilai konduktivitasnya yang tinggi. Meskipun demikian, logam memiliki kelemahan dalam hal fleksibilitas, berat, serta kesulitan dalam integrasi dengan substrat lunak. Selain itu, harga logam konduktif, terutama perak, cenderung mahal dan kurang ramah lingkungan dalam proses daur ulang dan pembuangan limbahnya [3]. Tantangan ini mendorong pencarian material alternatif berbasis polimer konduktif dan nanomaterial untuk menghasilkan film konduktif fleksibel dan *biodegradable*.

Dalam bidang rekayasa material, komposit merupakan terobosan signifikan yang memungkinkan kombinasi berbagai jenis material guna memperoleh karakteristik unggul yang tidak dimiliki oleh masing-masing komponen secara individual. Komposit dapat menghadirkan sifat baru yang superior tanpa menghilangkan karakteristik asli dari bahan penyusunnya. Selain itu, material komposit dikenal memiliki bobot ringan, kekuatan tinggi, sifat *biodegradable*, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuan konduktivitas listrik yang baik, sehingga layak menjadi alternatif kompetitif terhadap material berbasis logam [4]. Dengan demikian, pemanfaatan material komposit sebagai alternatif pengganti logam menawarkan pendekatan inovatif yang tidak hanya mampu mengatasi permasalahan lingkungan, tetapi juga berkontribusi dalam peningkatan kinerja perangkat elektronik.

Bahan penyusun dari material komposit pada penelitian ini adalah *Polivinil Alkohol* (PVA), *zinc oxide* (ZnO), *Mxene*, dan *Cellulose Nanocrystals* (CNC).

Polivinil Alkohol (PVA) adalah polimer komposit yang diperoleh melalui hidrolisis vinil asetat dan alkohol. Polimer sintetik yang banyak digunakan dalam aplikasi elektronik fleksibel karena mudah larut dalam air, *biodegradable*, dan kompatibel dengan berbagai zat aditif yang digunakan sebagai matriks pada komposit [5]. Namun, PVA memiliki keterbatasan dalam hal konduktivitas listrik sehingga tidak bagus dalam aplikasi perangkat elektronik yang membutuhkan nilai konduktivitas listrik yang tinggi [6]. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian terbaru menggabungkan PVA dengan partikel fungsional seperti *zinc oxide* (ZnO), *Mxene*, dan *Cellulose Nanocrystals* (CNC) untuk menciptakan film komposit multifungsi yang konduktif, *fleksibel*, dan berkinerja tinggi dalam spektrum frekuensi radio (RF).

ZnO, sebagai semikonduktor tipe-n, memberikan sifat piezoelektrik dan ketahanan terhadap suhu tinggi, serta mendukung kestabilan mekanik dari komposit [6], [7]. Di sisi lain, *Mxene*—kelompok material dua dimensi yang berbasis karbida dan nitrida logam transisi—memiliki konduktivitas listrik yang sangat tinggi dan permukaan aktif yang luas, menjadikannya kandidat ideal untuk jalur konduksi sinyal RF dalam struktur fleksibel [8]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa komposit *Mxene* dapat mencapai konduktivitas hingga 10^4 S/m, cukup untuk digunakan sebagai material antena pada frekuensi kerja 2.4 GHz atau lebih tinggi [9]. Penelitian lainnya juga melaporkan konduktivitas listrik dari *Mxene* bernilai 1.5×10^6 S/m [10]. dengan ini *Mxene* lebih unggul dari pada material seperti tembaga maupun logam [11]. CNC, yang berasal dari selulosa alami, meningkatkan aspek keberlanjutan material dengan menambah kekuatan mekanik dan mengurangi dampak lingkungan [12].

Untuk menghasilkan dispersi nanomaterial yang merata dan meningkatkan interaksi antar partikel dalam matriks polimer, proses ultrasonikasi digunakan pada tahap pencampuran. Perlakuan ultrasonik ini membantu mendispersikan partikel ZnO, *Mxene*, dan CNC secara homogen dalam larutan PVA, sehingga menghasilkan struktur mikro yang lebih seragam dan meningkatkan performa komposit. Dalam penelitian ini, proses ultrasonikasi dilakukan selama 60 menit, yang dipilih sebagai durasi optimal berdasarkan pertimbangan kestabilan dispersi dan efisiensi energi, tanpa merusak struktur partikel atau menimbulkan degradasi termal [13].

Studi mengenai serat nano berbasis PVA/*Mxene*/CNC yang diproses melalui teknik electrospinning juga menunjukkan pencapaian yang signifikan. Kehadiran *Mxene* mampu meningkatkan konduktivitas listrik serat nano hingga 0,8 mS/cm, sedangkan penambahan CNC secara substansial meningkatkan modulus elastisitas dari 392 MPa menjadi 855 MPa pada suhu ruang (25°C) [14].

Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk melihat bagaimana **Pengaruh Variasi *Mxene* Terhadap Konduktivitas Listrik Pada Film Komposit *Polivinil Alkohol*, *Zinc oxide*, *Mxene*, dan *Cellulose Nanocrystals* untuk Perangkat Elektronik** sangat relevan, baik dari sisi ilmiah, teknologis, maupun keberlanjutan lingkungan untuk mengetahui kadar komposisi yang optimal. Penelitian ini

berfokus untuk menghasilkan film komposit yang memiliki nilai konduktif serta dilakukan variasi *mxene* untuk melihat pengaruhnya terhadap nilai konduktivitas listrik material komposit PVA/ZnO/*Mxene*/CNC serta juga memiliki sifat yang kuat, ringan, fleksibel, dan biodegradable. Penelitian ini juga dilakukan uji karakteristik FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk melihat gugus fungsi penyusunnya dan uji FESEM (*Field Emission Scanning Electron Microscopy*) untuk melihat morfologi material komposit tersebut. Penelitian ini diharapkan menghasilkan sebuah material komposit konduktif yang memiliki sifat, fleksibel, biodegradable, wearable, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif konduktor pada perangkat elektronik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini di antaranya:

1. Bagaimana pengaruh variasi Material *Mxene* terhadap nilai konduktivitas listrik dari film komposit PVA-ZnO-*Mxene*-CNC?
2. Bagaimana pengaruh variasi material *Mxene* terhadap karakteristik film komposit PVA-ZnO-*Mxene*-CNC dengan pengujian FTIR dan FESEM?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, tujuan dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk mendapatkan nilai Konduktivitas Listrik dari film komposit PVA-ZnO-*Mxene*-CNC
2. Untuk mendapatkan karakterisasi dari film komposit PVA-ZnO-*Mxene*-CNC pada variasi material *Mxene*

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengukuran sifat listrik yang dilakukan adalah pengukuran konduktivitas listrik dengan metode *Wiedemann-Franz law*.
2. Pengujian karakteristik dilakukan dengan uji *Fourier Transform Infrared* dan *Field Emission Scanning Electron Microscopy*.
3. Pengukuran nilai konduktivitas listrik dilakukan dengan 3 variasi Material *Mxene* yaitu 0.4 g, 0.5 g, dan 0.6 g.
4. Penelitian ini hanya sampai pada pembuatan sampel, pengukuran konduktivitas listrik, dan pengujian karakteristik.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan komposit yang mempunyai sifat listrik yang baik, *biodegradable*, *fleksibel*, ringan, dan dapat digunakan sebagai referensi alternatif dalam pembuatan perangkat elektronik.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I	PENDAHULUAN Bab ini berisi terkait uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian.
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA Bab ini berisi teori dasar yang mendukung penelitian Tugas Akhir.
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN Bab ini memuat tentang prosedur penelitian, metode penelitian, rencana tabel yang akan digunakan pada penelitian, dan flowchart penelitian.
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian Tugas Akhir.
BAB V	PENUTUP Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terkait penelitian Tugas Akhir.
DAFTAR PUSTAKA	

