

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Inovasi dalam perangkat elektronik berkembang dengan cepat seiring berjalannya waktu, terutama dalam hal material yang digunakan. Perangkat elektronik adalah alat yang memanfaatkan aliran listrik untuk menjalankan fungsi tertentu, seperti komunikasi, pemrosesan data, atau pengukuran. Perangkat ini terdiri dari berbagai komponen yang terbuat dari material khusus, seperti semikonduktor, logam konduktif, serta plastik dan keramik[1]. Seiring meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan lingkungan, komponen-komponen tersebut secara bertahap diganti dengan bahan yang lebih ramah lingkungan untuk mengurangi masalah limbah elektronik yang terus bertambah. Hal ini mendorong munculnya alternatif material untuk pembuatan komponen elektronik. Alternatif yang sedang dikembangkan berdampak pada pengujian material biodegradable, karena material ini ramah lingkungan dan dapat didaur ulang atau terurai di tanah.[2]

Salah satu contoh material biodegradable adalah komposit. Belakangan ini, material komposit semakin menarik perhatian para ilmuwan, sehingga hampir setiap hari muncul produk baru, inovasi, serta modifikasi dari produk yang sudah ada. Hal itu disebabkan karena material komposit diperlukan dalam berbagai bidang, seperti bidang elektronik, kedokteran/medis, biologi, transportasi, dan lain-lain. Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih material yang dicampur untuk menciptakan material baru dengan sifat-sifat unggul yang tidak dimiliki oleh masing-masing komponen penyusunnya, Sehingga akan menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit terdiri dari bahan penyusun utama dan bahan pendukung. Bahan utama, atau matriks, berfungsi sebagai pengikat, sementara bahan pendukung, atau filler, bertindak sebagai penguat [3].

Polimer adalah bahan dielektrik yang dapat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit [4]. Dalam proses pembuatan komposit ini, digunakan polimer Polivinil Alkohol (PVA) sebagai matriks. Polivinil Alkohol adalah polimer sintesis yang memiliki sifat tidak beracun, biokompatibel, dan biodegradable [5]. Keunggulan penggunaan Polivinil Alkohol meliputi daya tahan tinggi, kemudahan dalam degradasi, dan stabilitas kimia yang baik [6]. Namun, satu faktor yang sering diabaikan adalah sifat hidrofilik Polivinil Alkohol, yang membuatnya larut atau mengembang saat berinteraksi dengan air karena gugus aktif  $-OH$  yang dimilikinya [7]. Meski begitu, Polivinil Alkohol memiliki konduktivitas yang rendah, sehingga diperlukan peningkatan konduktivitas listrik dengan menambahkan bahan lain sebagai pengisi dalam pembuatan material komposit [8].

Zinc oxide (ZnO) merupakan semikonduktor anorganik yang telah menarik perhatian besar dalam komunitas penelitian dan industri karena sifat-sifat uniknya [9]. ZnO memiliki celah pita lebar sebesar 3,37 eV pada suhu kamar, energi ikat eksiton yang tinggi (60 meV), dan mobilitas elektron yang baik [10]. Karakteristik ini menjadikan ZnO sebagai material yang sangat menjanjikan untuk berbagai aplikasi, termasuk optoelektronik, sensor gas, fotokatalis, dan perangkat penyimpanan energi [11]. Selain itu, ZnO dapat disintesis dalam berbagai morfologi nanostruktur, seperti nanorod, nanowire, dan nanopartikel, yang memungkinkan penyesuaian sifat-sifatnya untuk aplikasi tertentu [12]. Keunggulan lain dari ZnO meliputi sensor yang meningkatkan konduktivitas listrik, oksida konduktif transparan, elektroda transparan dalam teknologi fotovoltaik, perangkat pemancar cahaya, fotokatalis, sel surya, dan material untuk pemancar ultraviolet [13].

Dalam konteks yang sama, MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) melengkapi sifat ZnO dengan konduktivitas listrik tinggi, menjadikannya kombinasi ideal untuk aplikasi modern. MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) termasuk dalam kategori bahan dua dimensi (2D) transisi logam karbida yang sedang banyak diteliti karena memiliki sifat mekanik dan listrik yang sangat baik [14]. MXene diperoleh melalui sintesis kimia, di mana lapisan logam (Al, Ge, Si) dari fase MAX diarsa menggunakan asam kuat seperti HCl atau HF, atau menggunakan garam fluorida seperti LiF, NaF, dan KF [15]. MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) memiliki konduktivitas listrik yang sangat tinggi, mencapai  $15.100 \text{ S cm}^{-1}$  [16]. Keunggulan ini membuat MXene banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk optoelektronik, biomedis, komunikasi, serta aplikasi penyimpanan energi seperti baterai dan kapasitor [17]. Namun, gaya Van der Waals dapat menyebabkan hilangnya terminasi permukaan pada MXene, sehingga diperlukan penambahan spacer pada lapisan MXene untuk mengurangi efek gaya Van der Waals tersebut, agar nilai konduktivitas listrik dari MXene dapat dimanfaatkan secara maksimal [18].

Selain itu, kombinasi material seperti MXene dan nanomaterial berbasis selulosa semakin memperluas potensi aplikasi, terutama dalam menciptakan komposit dengan sifat mekanik dan listrik unggul. Selulosa sering digunakan sebagai agen penguat dalam berbagai komposit polimer karena penggabungan elemen nano dalam matriks polimer biasanya meningkatkan sifat-sifat material, seperti luas permukaan yang tinggi, modulus Young yang tinggi, kekuatan tarik yang besar, dan koefisien ekspansi termal yang rendah. Salah satu bentuk nanomaterial yang menonjol adalah Cellulose nanocrystal (CNC). CNC merupakan nanomaterial yang semakin mendapatkan perhatian dalam berbagai bidang penelitian dan aplikasi industri karena sifat uniknya [19]. CNC berasal dari selulosa, komponen utama dinding sel tanaman, dan dapat diperoleh melalui proses hidrolisis asam yang menghilangkan bagian amorf selulosa, meninggalkan kristal-kristal kecil dengan struktur yang sangat teratur [20]. CNC memiliki

kekuatan mekanik yang tinggi, ringan, biodegradable, dan biokompatibel, menjadikannya bahan yang sangat menarik untuk aplikasi dalam komposit, farmasi, dan kemasan yang ramah lingkungan [21]. Dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan-bahan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, penelitian dan pengembangan CNC terus berkembang, menunjukkan potensi besar untuk mengatasi tantangan material modern [22].

Metode yang paling efektif untuk mendapatkan partikel yang terdispersi secara homogen adalah sonikasi menggunakan *ultrasound*. Ultrasonikasi adalah teknik yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk berbagai aplikasi, termasuk pemrosesan bahan, ekstraksi senyawa bioaktif, dan pengolahan air [23]. Salah satu kelebihan utama ultrasonikasi adalah kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi proses melalui kavitasi, yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia, memperbaiki ekstraksi bahan aktif, dan meningkatkan kualitas produk [24]. Ultrasonikasi juga dikenal karena kemampuannya untuk bekerja pada suhu yang lebih rendah, yang sangat bermanfaat untuk memproses bahan yang sensitif terhadap panas [25]. Namun, teknik ini juga memiliki beberapa kekurangan, termasuk potensi degradasi senyawa bioaktif akibat intensitas ultrasonik yang tinggi dan kebutuhan akan peralatan khusus yang dapat meningkatkan biaya operasional [26]. Selain itu, skala besar penerapan ultrasonikasi masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi tantangan teknis dan ekonomi yang mungkin timbul [27].

Kelembaban udara secara signifikan mempengaruhi sifat listrik dan mekanik campuran PVA/MXene/ZnO/CNC. Oleh karena itu, penting untuk memahami pengaruh kelembaban udara terhadap sifat dan konduktivitas listrik komposit PVA/MXene/ZnO/CNC. Kelembaban diartikan sebagai konsentrasi molekul uap air di udara [28]. Air merupakan elektrolit lemah yang dapat terionisasi menjadi ion hidrogen dan gugus hidroksil. Elektrolit adalah zat yang terurai menjadi ion saat dilarutkan dalam air, sehingga memiliki sifat konduktif. Ion-ion ini berperan sebagai pembawa muatan yang dapat mengalirkan arus [28]. Oleh karena itu, diperlukan percobaan untuk mengamati pengaruh perubahan kadar air terhadap sifat kelistrikan film PVA/MXene/ZnO/CNC.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian mengenai komposit PVA/ZnO dimana pencampuran kedua bahan tersebut akan menghasilkan film komposit yang memiliki sifat listrik yang tinggi. Hal ini menjadikannya berpotensi pada penerapan di berbagai bidang seperti perangkat antimikroba, optoelektronik, dan sensor [29]. Penelitian selanjutnya membahas mengenai komposit PVA/LiCl/Mxene dimana film tersebut menunjukkan kinerja keluaran yang luar biasa dan stabil dalam kisaran kelembapan 30–95% sekaligus menunjukkan korelasi linier yang kuat dengan peningkatan kelembapan relatif (RH) [30]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa material dapat

digunakan dalam kelembaban yang tinggi untuk meningkatkan sifat listrik material.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pembuatan dan pengujian film komposit yang memanfaatkan Poli-Vinil Alkohol (PVA) sebagai matriks, diperkuat dengan MXene, Zinc Oxide (ZnO), dan Cellulose Nanocrystals (CNC) sebagai pengisi. Mengingat sifat PVA yang hidrofilik dan sensitif terhadap kelembaban yang berpotensi memengaruhi konduktivitasnya, penelitian ini difokuskan pada evaluasi pengaruh kelembaban terhadap karakteristik kelistrikan film komposit PVA/MXene/ZnO/CNC.

Berdasarkan pada uraian sebelumnya, penelitian ini dilakukan dengan judul "Pengaruh Variasi Kelembaban terhadap Sifat Listrik dan karakteristik Film Komposit". Penelitian ini bertujuan untuk memvariasikan tingkat kelembaban dan mengamati pengaruhnya terhadap sifat listrik dan karakteristik film komposit yang dihasilkan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kelembaban terhadap hasil pengukuran sifat listrik dari film komposit PVA, Zinc Oxide, CNC, MXene?
2. Bagaimana pengaruh kelembaban terhadap hasil uji karakteristik film komposit PVA, Zinc Oxide, CNC, MXene?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan nilai kapasitansi spesifik dan rapat arus dari film komposit PVA, Zinc Oxide, CNC, MXene pada variasi kelembaban.
2. Untuk mendapatkan karakterisasi film komposit PVA, Zinc Oxide, CNC, MXene pada variasi kelembaban.
3. Mendapatkan hasil pengujian karakteristik dengan menggunakan XRD dan SEM.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan film komposit PVA, Zinc Oxide, CNC, MXene dengan sifat listrik dan sifat mekanik yang baik sehingga dapat dikembangkan untuk aplikasi dibidang elektro, salah satunya yaitu sebagai kandidat material perangkat elektronik, seperti elektroda superkapasitor.

## **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengukuran sifat listrik yaitu rapat arus dan kapasitansi spesifik dengan menggunakan siklik voltametri.

2. Pengujian karakterisasi yang dilakukan yaitu uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan X-Ray Diffraction(XRD)
3. Variasi nilai kelembaban yang dilakukan 50%, 75%, dan 93%

## 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika tertentu, sistematika laporan ini sebagai berikut :

### BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab I ini menjeaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang mencakup landasan teori yang mendukung penulisan dan pustaka-pustaka yang telah dipublikasikan.

### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III ini menjelaskan tentang metode penelitian yang mencakup bahan/tempat penelitian, literature, survey lapangan, jalannya penelitian, diagram alur penelitian dan cara pengolahan data.

### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini berisikan hasil dan analisa dari penelitian tugas akhir ini.

### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan data dari penelitian yang telah dilakukan.

### DAFTAR PUSTAKA

