

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah elektronik yang semakin meningkat menjadi tantangan besar bagi lingkungan, menuntut perlunya inovasi dalam teknologi yang lebih terbarukan. Inovasi dalam perangkat elektronik berkembang dengan pesat dan terus berlanjut seiring berjalannya waktu, terutama mengenai material pembentuknya. Perangkat elektronik konvensional yang berbasis semikonduktor, logam, dan bahan anorganik memiliki kelebihan yaitu konduktivitas yang tinggi dan sifat mekanis yang baik. Namun, bahan-bahan konvensional ini juga memiliki kekurangan, seperti kurangnya fleksibilitas mekanis, berat, dampak lingkungan yang buruk, dan rentan terhadap korosi. Seiring dengan kemajuan teknologi, peralihan ke material yang lebih berkelanjutan menjadi sangat penting. Langkah ini tidak hanya membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga mengurangi jumlah limbah elektronik yang terus meningkat. [1,2].

Alternatif bahan yang banyak dikembangkan untuk perangkat elektronik adalah bahan yang bersifat *biodegradable*, karena ramah lingkungan, fleksibel, dan mudah terurai dalam tanah. Bahan yang bersifat *biodegradable* contohnya adalah komposit. Material komposit adalah material yang terbuat dari dua atau lebih bahan penyusun dengan sifat kimia dan sifat fisik yang berbeda. Penggabungan bahan-bahan ini akan menghasilkan material dengan karakteristik yang baru. Material komposit dapat membentuk sifat baru tanpa menghilangkan sifat asli komponen-komponen penyusunnya [3]. Material komposit merupakan material yang sangat penting karena mempunyai karakteristik khusus seperti kekuatan, kekakuan, ringan, dan fleksibel. Hal ini menyebabkan material komposit lebih baik dibandingkan dengan material konvensional [4].

Material komposit yang paling banyak dikembangkan saat ini karena memiliki sifat biodegradabilitas yang baik salah satunya yaitu polivinil alkohol (PVA). PVA digunakan sebagai material pada penelitian ini karena PVA memiliki banyak keunggulan, seperti biokompatibilitas, kelarutan dalam air, fleksibilitas yang baik, dan tidak beracun. PVA sering digunakan dalam perangkat listrik karena memiliki stabilitas mekanis, ketahanan kimia yang baik, dan kekuatan dielektrik yang tinggi. Selain itu, PVA memiliki kemampuan yang sangat baik dalam membentuk film. PVA dapat disesuaikan secara fungsional sesuai dengan kebutuhan karena sifatnya yang tidak berwarna, tidak beracun, tidak berbahaya, serta mudah dibentuk [5,6,7]. Namun, PVA memiliki kelemahan yaitu konduktivitasnya sangat rendah sehingga tidak dapat menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu, diperlukan penambahan material yang bersifat konduktif.

Material konduktif adalah salah satu alternatif yang biasanya digunakan dalam perangkat listrik. Material 2D telah menarik perhatian peneliti karena luas

permukaannya yang besar dan sifat listriknya yang unggul. Salah satu material 2D yang banyak digunakan sekarang adalah MXene dengan rumus kimia $Ti_3C_2T_x$. MXene digunakan dalam penelitian ini karena memiliki nilai konduktivitas yang tinggi yaitu sebesar 6.500 S/cm. MXene dapat dihasilkan melalui sintesis kimia dengan cara mengetsa lapisan MAX fase menggunakan larutan asam fluorida (HF). MXene telah digunakan dalam berbagai bidang karena hidrofisilitasnya yang baik, konduktivitas listrik, transfer ion yang cepat, dan stabilitas mekanik yang baik. MXene memiliki karakteristik tidak beracun dan kekuatan mekanis yang tinggi [8,9]. Selain itu, MXene ini ringan dan pelindung yang sangat baik terhadap interferensi elektromagnetik. MXene juga memiliki gugus hidrofilik di permukaannya sehingga memungkinkan konduktivitas dapat disesuaikan dengan mengatur jarak antar lapisannya [10]. Namun, MXene memiliki kecenderungan penumpukan dan agregasi akibat adanya pengaruh dari gaya Van Der Waals. Penambahan *spacer* dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, sehingga nilai konduktivitas MXene dapat dimanfaatkan secara optimal [11].

Jenis material yang dapat digunakan sebagai *spacer* salah satunya adalah Cellulose Nanocrystal (CNC). CNC telah dieksplorasi sebagai penguat yang menjanjikan dalam bahan komposit untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan karena memiliki sifat-sifat yang baik. CNC memiliki sifat ramah lingkungan, bobot yang ringan, mudah terurai, sifat fisik dan kimia yang baik. CNC juga memiliki karakteristik seperti luas permukaan spesifik yang besar ($\sim 250 \text{ m}^2/\text{g}$), kekakuan tinggi (modulus young hingga 140 Gpa), memiliki kekuatan tarik yang tinggi (7500 Mpa), dan banyak gugus hidroksil permukaan. Gugus hidroksil dapat digunakan untuk meningkatkan dispersibilitasnya dalam matriks polimer. Selain itu, penggabungan *filler* CNC ke dalam matriks polimer dapat meningkatkan sifat polimer atau komposit [12,13,14].

Selain CNC, penambahan nanopartikel ZnO ke dalam matriks PVA secara umum dapat menghasilkan produksi komposit dengan sifat listrik, dan mekanik yang lebih baik [15]. ZnO merupakan bahan yang menjanjikan untuk perangkat semikonduktor karena sifat listriknya. ZnO adalah bahan semikonduktor tipe-n yang memiliki *band gap* (lebar pita) 3,3 eV dan energi ikatan 60 meV yang dapat menghasilkan stabilitas kimia, termal, dan listrik yang baik. Selain itu, ZnO merupakan nanopartikel yang tidak beracun, ramah lingkungan, kompatibilitas yang baik, hemat biaya dan proses sintesis yang mudah. Penggunaan ZnO dalam penelitian ini selain karena sifat listriknya yang unggul, tetapi juga karena ZnO memiliki sifat antimikroba yang baik. Sehingga film komposit yang dihasilkan tidak cepat mengalami kerusakan [16,17,18]. Oleh karena itu, penggabungan material komposit PVA/ZnO/MXene/CNC diharapkan menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik dan listrik yang lebih unggul.

Metode yang paling efektif untuk mendapatkan partikel yang terdispersi secara homogen adalah sonikasi menggunakan *ultrasound* [19]. Ultrasonikasi merupakan proses mekanik yang menggunakan gelombang suara dengan frekuensi tinggi

sehingga dapat menyebabkan kavitasi. Kavitasi yaitu peristiwa dimana gelembung kecil terbentuk, berkembang, dan meledak di dalam cairan [20]. Semakin lama proses ultrasonikasi maka ukuran partikel yang dihasilkan akan semakin kecil, karena semakin banyak partikel yang terpecah menjadi ukuran nano. Ultrasonikasi akan mempengaruhi kekuatan mekanik dan sifat listrik dari material komposit [21]. Kelebihan dari ultrasonikasi ini adalah prosesnya yang mudah, cepat, dan dapat meningkatkan kualitas produk akhir secara signifikan.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa komposit PVA, MXene, dan CNC memiliki peningkatan yang signifikan pada sifat mekanik dan listrik. Modulus elastisitas komposit ini meningkat dari 392 MPa menjadi 855 Mpa. Konduktivitas listriknya juga meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan $Ti_3C_2T_x$, menjadikannya kandidat yang potensial sebagai bahan elektroda dalam baterai Li-ion [22]. Penelitian lainnya mempelajari dampak dari durasi ultrasonikasi yang berbeda pada kinerja elektrokimia elektroda superkapasitor $NiZnCo_2O_4$. Ultrasonikasi dapat menghasilkan lapisan $NiZnCo_2O_4$ yang seragam dan padat dengan struktur nano yang lebih baik, meningkatkan luas permukaan dan situs aktif untuk reaksi elektrokimia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ultrasonikasi dengan durasi waktu tertentu dapat meningkatkan kinerja dan stabilitas elektroda [23].

Komposit berbasis PVA/ZnO/Mxene/CNC menjadi pilihan menarik sebagai solusi atas kebutuhan material yang ramah lingkungan, dan berkinerja tinggi dalam perangkat elektronik. Setiap komponen komposit memiliki peran yang spesifik. PVA memberikan sifat fleksibel dan *biodegradable*. ZNO dan MXene dapat meningkatkan sifat listrik dan daya tahan yang baik. Sementara itu, CNC membantu memperkuat struktur dan mencegah terjadinya penumpukan partikel. Namun, untuk mencapai performa optimal, perlu pemahaman lebih lanjut mengenai proses produksi, khususnya durasi ultrasonikasi terhadap sifat-sifat komposit.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melihat bagaimana **Pengaruh Waktu Ultrasonikasi Terhadap Sifat Listrik Material Komposit Polyvinyl Alcohol, Zinc Oxide, Mxene, Dan Cellulose Nanocrystal Untuk Perangkat Elektronik**. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh waktu ultrasonikasi terhadap peningkatan rapat arus dan kapasitansi spesifik komposit PVA/ZnO/Mxene/CNC. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan bahan yang bersifat biodegradable, fleksibel, ringan, dan memiliki sifat mekanis yang baik. Agar dapat dioptimalkan untuk aplikasi perangkat elektronik yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu ultrasonikasi terhadap peningkatan rapat arus dan kapasitansi spesifik material komposit PVA, ZnO, MXene dan CNC?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu ultrasonikasi terhadap karakteristik film komposit PVA, ZnO, MXene dan CNC dengan pengujian XRD dan SEM?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Meningkatkan nilai rapat arus dan kapasitansi spesifik material komposit PVA, ZnO, MXene dan CNC dengan variasi waktu ultrasonikasi
2. Mendapatkan karakterisasi film komposit PVA, ZnO, MXene dan CNC pada variasi waktu ultrasonikasi

1.4 Manfaat Penelitian

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

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengukuran sifat listrik yang dilakukan adalah rapat arus dan kapasitansi spesifik menggunakan metode *cyclic voltammetry*.
2. Pengujian karakteristik dilakukan dengan uji *X-Ray Diffraction* dan *Scanning Electron Microscopy*.
3. Peningkatan rapat arus dan kapasitansi spesifik dilakukan dengan variasi waktu ultrasonikasi 0 menit, 30 menit, dan 60 menit

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 menjelaskan 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 diterbitkan.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini berisikan hasil dan analisa dari penelitian tugas yang telah dilakukan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

