

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan nano teknologi pada industri tekstil telah berkembang pesat sebagai contoh pada proses pembuatan serat nano. Serat nano memiliki karakteristik antara lain jumlah pori yang lebih banyak, luas permukaan yang tinggi, porositas tinggi, elastis, dan memungkinkan untuk dibuat menjadi struktur 3D (Alghoraibi & Alomari, 2018) (Mulyani, et al., 2023). Menurut Kenry & Lim (2017) serat nano dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk antara lain rekayasa jaringan dan pengobatan generatif, pembalut luka, pengiriman obat dan gen terapeutik, penginderaan biologis, penginderaan kimia dan gas, fotokatalisis, pengolahan air dan ultrafiltrasi, piezoelektrik, penyimpanan dan pembangkitan hidrogen, sel surya, superkapasitor, serta baterai dan sel bahan bakar. Di bidang biomedis serat nano berperan penting, terutama untuk pembuatan pembalut luka, media pembentuk jaringan lunak (*tissue scaffold*) dan membantu proses regenerasi tulang (Brown & Steven, 2007) (Lin, Lu, Hu, & Chen, 2012) (Lee & Obendorf, 2007) (Yang, Xu, Zhou, & Xiangmei, 2010) (Herdiawan, Juliandri, & Nasir, 2013) (Kim, Lee, & Knowles, 2006).

Mulyani et al. (2023) melakukan pembuatan serat nano menggunakan metode elektrospinning dengan polimer utama yang digunakan adalah *polyvinyl alcohol* (PVA). Menurut Lin & Ku (2008), *polyvinyl alcohol* (PVA) merupakan polimer sintesis yang dapat larut dalam air, dapat terurai, dan dapat terbuat dari hidrolisis *polyvinyl acetate* (PVAc). Polimer PVA banyak digunakan dalam proses tekstil salah satunya dalam pembuatan serat dengan bahan baku *polyvinyl alcohol* (PVA) dan pelarut air. Namun, serat nano berbasis PVA belum memiliki sifat anti bakteri. Oleh karena itu, diperlukan penambahan zat yang memiliki sifat anti bakteri dalam proses pembuatannya. Salah satu bahan alam yang memiliki sifat anti bakteri adalah tanaman belimbing wuluh. Penelitian menunjukkan tanaman belimbing wuluh memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloids dan senyawa fenol yang dapat bekerja sebagai anti bakteri (Pradana, 2020). Kelemahan dalam penelitian yang dilakukan oleh Mulyani, et al. (2023) adalah belum dilakukannya pengolahan data atau perancangan pemodelan yang dapat digunakan untuk memprediksi diameter serat nano. Dikarenakan adanya kelemahan pada penelitian tersebut, maka penelitian ini akan dilakukan perancangan model

menggunakan teknik multivarian dengan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN).

Di antara teknik multivarian yang paling relevan digunakan dalam optimasi analitis adalah *Respon Surface Methodology* (RSM). *Response Surface Methodology* (RSM) adalah kumpulan dari metode statistika dan matematika untuk memodelkan dan menganalisis hasil eksperimen untuk mencari parameter signifikan dan optimasi respon (Rao & Murthy, 2016). Menurut Rajesh (2013), *Response Surface Methodology* (RSM) merupakan metode pendekatan model secara empiris yang digunakan untuk menemukan hubungan antara parameter *input* dan *output*. *Response Surface Methodology* (RSM) memiliki tujuan untuk mendapatkan kondisi operasional yang optimal (Zhang, Zeng, & Cheng, 2016). Bezerra, Santelli, Oliveira, Villar, & Escaleira (2008) menyatakan bahwa RSM dapat diterapkan dengan baik ketika suatu respon atau serangkaian respon dipengaruhi oleh beberapa variabel dengan tujuan untuk mengoptimalkan tingkat variabel-variabel secara bersamaan untuk mencapai sistem dengan performa terbaik. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian tentang *Response Surface Methodology* (RSM) untuk menentukan sifat serat nano elektrospinning telah diterbitkan dalam beberapa artikel di jurnal (Agarwal, Mishra, & Srivastava, 2012) (Naderi, Agend, Faridi-Majidi, Sharifi-Sanjani, & Madani, 2008) (Padmanabhan, Kamaraj, Magwood Jr, & Starly, 2011). Namun, *Response Surface Methodology* (RSM) terkadang kurang efektif untuk memodelkan dan mensimulasikan tingkah laku sistem saat berurusan dengan data yang non-linier dan kompleks. Gharehaghaji, Shanbeh, & Palhang (2007), Balci & Tuğrul Oğulata (2009), Kumar & Sampath (2012) menyatakan bahwa metode lain yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai *output* pemodelan secara lebih akurat adalah dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN).

Artificial Neural Network (ANN) adalah model komputasi yang terinspirasi secara biologis yang terbentuk dari ratusan unit tunggal, *neuron* buatan, dihubungkan dengan koefisien (bobot) yang menyusun struktur saraf. Mereka juga dikenal sebagai *Processing Elements* (PE) atau elemen pemrosesan saat mereka memproses informasi. Setiap PE memiliki bobot *input*, fungsi transfer dan satu *output*. PE pada dasarnya adalah persamaan yang menyeimbangkan *input* dan *output*. ANN juga disebut *connectionist models* karena bobot koneksi mewakili memori sistem (Agatonovic-Kustrin & Beresford, 1999). Salah satu manfaat dari

penggunaan metode *Artificial Neural Network* (ANN) adalah memiliki model yang mudah digunakan dan lebih akurat dengan sistem yang kompleks dan variabel *input* yang besar (Abiodun, et al., 2018).

Dalam dunia tekstil, penggunaan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) telah digunakan secara luas antara lain pada penelitian yang dilakukan oleh Doran & Sahin (2019) untuk memprediksi karakteristik kualitas inti benang *cotton* atau benang filamen dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *support vector machines*. Penelitian Doran & Sahin (2019) dilakukan dengan menggunakan variasi satu *hidden layer* dan sembilan *neurons*. Kelemahan dari penelitian ini adalah hasil prediksi menggunakan ANN tidak terlalu baik dikarenakan pengambilan sampel yang tidak cukup. Metode *Artificial Neural Network* (ANN) juga digunakan pada penelitian oleh Putra & Mohamad (2022) dengan judul Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS) dan Artificial Neural Networks (ANNs) untuk optimasi diameter serat elektrospinning PVA/TiO₂. Kelemahan dari penelitian ini adalah hasil prediksi hanya untuk menentukan diameter serat nano PVA/TiO₂ dan tidak berlaku untuk polimer dan pengisi yang lain seperti serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi*. Penggunaan ANN dan RSM juga telah diteliti oleh Putra & Mohamad (2022) untuk memodelkan kerja adhesi pada kain tenun poliester-katun yang diolah dengan plasma. Penelitian ini menggunakan variasi satu *hidden layer* dengan dua dan empat *neuron*. Hasil pemodelan dari penelitian Putra dan Mohamad (2022) menunjukkan hasil yang baik, namun pemodelan yang dihasilkan hanya dapat digunakan untuk memodelkan kerja adhesi pada kain tenun poliester-katun yang diolah dengan plasma.

Berdasarkan hasil kajian beberapa literatur maka, kebaruan dari penelitian ini adalah penggunaan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) pertama kalinya untuk memprediksi diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi*. Kebaruan lain dari penelitian ini adalah *Artificial Neural Network* (ANN) yang akan digunakan memiliki satu *hidden layer* dengan variasi empat dan lima *neuron*, tiga variabel *input* (tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak belimbing wuluh), serta tiga variasi *epoch*, serta tiga variasi laju pembelajaran. Pada penelitian ini, diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi* akan dirumuskan menggunakan pemodelan dengan berbagai macam variasi yang kemudian nilai hasil rumus pemodelan tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui hasil

rumus pemodelan yang paling mendekati dengan data hasil eksperimen. Penilaian dilakukan dengan melakukan perhitungan koefisien determinasi atau nilai *R-square* (R^2) dari setiap rumus pemodelan (Ghozali, 2018). Manfaat dari penelitian ini adalah prediksi yang dihasilkan dari pemodelan dapat memberikan keuntungan bagi para praktisi, peneliti dan teknisi dalam optimasi parameter yang berpengaruh secara langsung terhadap proses pembuatan serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi*. Hasil prediksi dari pemodelan ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi resiko kegagalan dalam proses produksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka identifikasi permasalahan yang akan dianalisis yaitu:

1. Bagaimana simulasi dan rumusan perhitungan diameter serat dengan menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) terhadap parameter tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh?
2. Bagaimana simulasi dan rumusan perhitungan diameter serat dengan menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) terhadap parameter tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh?
3. Bagaimana tingkat akurasi hubungan antara data pemodelan dengan data hasil eksperimen?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menentukan optimasi pemodelan dengan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi*.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan serta menentukan simulasi dan rumusan perhitungan diameter serat nano menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) terhadap parameter tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh.

2. Menjelaskan serta menentukan simulasi dan rumusan perhitungan diameter serat nano menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) terhadap parameter tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh.
3. Menjelaskan tingkat akurasi hubungan antara data pemodelan dengan data eksperimen.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data pengamatan diambil dari hasil penelitian Mulyani, et al. (2023) dengan judul “Pembuatan Serat Nano Anti Bakteri Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L)”.
2. Simulasi pemodelan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi diameter serat nano menggunakan parameter tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh.
3. Parameter *input* berupa tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh.
4. Parameter *output* berupa diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi*.
5. Pemodelan dilakukan menggunakan *software* matlab MathWorks.

1.5 Kerangka Pemikiran

Perkembangan cepat penggunaan teknologi nano dalam industri tekstil, khususnya dalam produksi serat nano, telah mencatat kemajuan signifikan. Serat nano memiliki karakteristik khusus seperti pori yang lebih banyak, luas permukaan yang tinggi, porositas yang tinggi, elastisitas, dan kemampuan untuk membentuk struktur 3D (Alghoraibi & Alomari, 2018) (Mulyani, dkk., 2023). Mulyani, dkk. (2023) melakukan pembuatan serat nano menggunakan elektrospinning dengan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebagai polimer utama. *Polyvinyl alcohol* (PVA) merupakan polimer sintesis yang larut dalam air dan berasal dari hidrolisis *polyvinyl acetate* (PVAc) (Lin & Ku, 2008). Meskipun serat nano berbasis PVA tidak memiliki sifat anti bakteri, penambahan zat seperti ekstrak tanaman belimbing wuluh, yang kaya akan flavonoid, alkaloid, dan fenol sebagai agen anti bakteri, dapat meningkatkan kualitasnya (Pradana, 2020). Menurut Alghoraibi dan Alomari (2018) dalam proses elektrospinning, morfologi dan

keseragaman serat nano ditentukan dengan mempertimbangkan sejumlah parameter yang diselidiki dalam tiga bagian yaitu parameter larutan polimer, parameter proses dan parameter lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengukuran diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi* akibat variasi dari perubahan parameter-parameter yang telah disebutkan di atas.

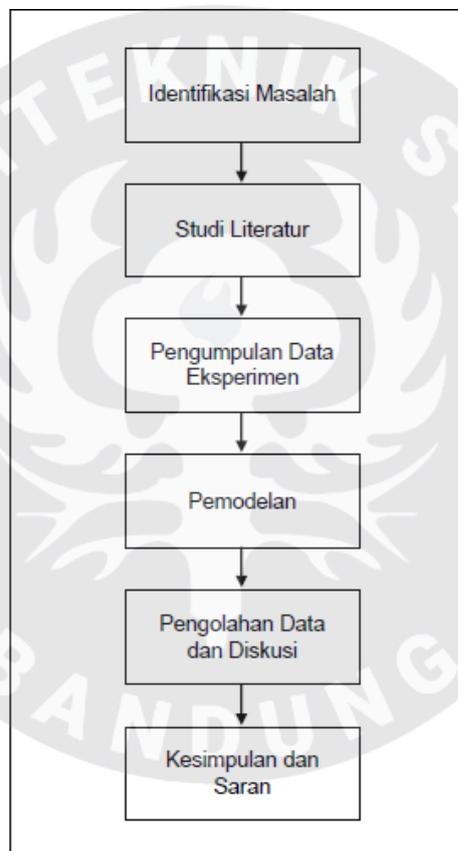
Penelitian Mulyani, dkk. (2023) menyoroti kekurangan dalam pengolahan data dan model untuk memprediksi diameter serat nano, mendorong penelitian ini untuk mengembangkan model dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk mengatasi kelemahan tersebut. *Response Surface Methodology* (RSM) adalah pendekatan statistika untuk mengidentifikasi parameter yang signifikan dan mengoptimalkan respons eksperimen (Rao & Murthy, 2016). Pendekatan ini bertujuan untuk mencapai kondisi operasional optimal (Zhang, Zeng, & Cheng, 2016) dan telah diterapkan dalam penelitian untuk mengeksplorasi sifat-sifat serat nano dalam proses elektrospinning (Agarwal, Mishra, & Srivastava, 2012; Naderi, Agend, Faridi-Majidi, Sharifi-Sanjani, & Madani, 2008; Padmanabhan, Kamaraj, Magwood Jr, & Starly, 2011). Namun, RSM kurang efektif dalam memodelkan perilaku sistem yang non-linier dan kompleks (Gharehaghaji, Shanbeh, & Palhang, 2007; Balci & Tuğrul Oğulata, 2009; Kumar & Sampath, 2012), sehingga metode alternatif seperti *Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk memprediksi output dengan lebih akurat. *Artificial Neural Network* (ANN), atau yang dikenal sebagai jaringan saraf tiruan, merupakan suatu model komputasi yang terinspirasi dari prinsip jaringan saraf manusia terdiri dari sejumlah besar yang saling terhubung melalui koefisien atau bobot yang membentuk struktur yang menyerupai saraf. *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan model komputasi yang terinspirasi dari jaringan saraf biologis dan efektif dalam mengatasi kompleksitas sistem dengan input yang besar (Abiodun, et al., 2018).

Di industri tekstil, kedua metode ini telah diterapkan secara luas untuk optimasi proses, seperti dalam penelitian mengenai karakteristik benang katun (Doran & Sahin, 2019), diameter serat PVA/TiO₂ (Putra & Mohamad, 2022) dan memodelkan kerja adhesi pada kain tenun poliester-katun yang diolah dengan plasma (Putra & Mohamad, 2022). Evaluasi berdasarkan koefisien determinasi (R^2) akan digunakan untuk membandingkan model yang dikembangkan dalam

penelitian ini baik melalui metode RSM maupun ANN, dengan tujuan memilih model yang paling sesuai dengan data eksperimental. Nilai R^2 yang kecil atau mendekati nol menunjukkan bahwa variabel-variabel independen memiliki kemampuan yang sangat terbatas dalam menjelaskan variasi pada variabel dependen. Sebaliknya, nilai R^2 yang besar atau mendekati satu menunjukkan bahwa variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang diperlukan untuk memprediksi variasi pada variabel dependen (Ghozali, 2018).

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.1:



Sumber: Data olahan pribadi.

Gambar 1.1 Alur metodologi penelitian.

Penjelasan mengenai alur metodologi penelitian pada gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Melakukan observasi atau pengamatan mengenai permasalahan yang akan diangkat menjadi penelitian.

2. Studi Literatur

Mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan pemodelan baik menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) yang mendukung penelitian baik dari jurnal maupun buku.

3. Pengumpulan Data Eksperimen

Mengumpulkan data hasil eksperimen yaitu data tegangan, jarak, konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh, dan diameter serat nano PVA-*Averrhoa Bilimbi* dari penelitian yang sudah ada untuk diteliti lebih lanjut. Data eksperimen tersebut diambil dari hasil penelitian (Mulyani, et al., 2023) dengan judul "Pembuatan Serat Nano Anti Bakteri Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L*)".

4. Pemodelan

Penelitian dilakukan dengan dua macam pemodelan yaitu menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan tiga parameter yaitu tegangan, jarak dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh. Dalam metode *Artificial Neural Network* (ANN) akan menggunakan satu *hidden layer* dengan empat dan lima *neuron*, tiga variasi *epoch*, dan tiga variasi laju pembelajaran. Kemudian mengaplikasikan hasilnya pada aplikasi *software* matlab MathWorks.

5. Pengolahan Data dan Diskusi

Melakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang nantinya akan dianalisis dan menjadi bahan diskusi. Dalam diskusi akan dibahas pemodelan yang paling optimal dan memiliki tingkat akurasi hubungan antara data pemodelan dengan data eksperimen dari kedua metode, baik *Response Surface Methodology* (RSM) dan *Artificial Neural Network* (ANN).

6. Kesimpulan dan Saran

Melakukan penarikan kesimpulan dan saran dari hasil diskusi.

1.7 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Politeknik STTT Bandung Jalan Jakarta No. 31, Kebon Waru, Kec. Batununggal, Kota Bandung, Jawa Barat 40272.