

KARAKTERISTIK POROSITAS WOUND DRESSING NANOFIBER PVA-EKSTRAK DAUN NANGKA

¹⁾Andi Yasnita Tasya, ²⁾Diah Hari Kusumawati

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: andi.19020@mhs.unesa.ac.id

²⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: diahkusumawati@unesa.ac.id

Abstrak

Tanaman nangka memiliki potensi sebagai bahan dasar pembuatan *wound dressing* karena mengandung senyawa flavonoid, saponin dan tanin yang berfungsi sebagai antibakteri terutama pada bagian daun. Kriteria *wound dressing* dapat dilihat dari beberapa hal, salah satunya porositas. Porositas mempunyai fungsi yang sangat penting di dalam *wound dressing*. Semakin kecil porositas, maka daya hambat bakteri dari *wound dressing* semakin baik, namun perlu dipertimbangkan terkait sirkulasi dari udara dalam menjaga kelembaban luka, sehingga perlu dilakukan penelitian khusus tentang hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis porositas *nanofiber* PVA-ekstrak daun nangka, yang mampu menjaga kelembaban namun tetap mampu menghambat bakteri. Penelitian diawali dengan proses ekstraksi daun nangka, membuat larutan PVA-ekstrak daun nangka dengan komposisi 5, 10, 15 dan 20% dan dilanjutkan dengan fabrikasi *nanofiber* menggunakan metode *electrospinning*. *Nanofiber* yang dihasilkan diuji dengan metode bayangan SEM menggunakan *software* OriginPro 2023, diperoleh nilai porositas *nanofiber* sebesar 39,93% pada komposisi ekstrak daun nangka sebesar 20%.

Kata Kunci: Porositas, *Nanofiber*, *Wound dressing*

Abstract

Jackfruit plant has the potential as a raw material for making wound dressings because it contains flavonoids, saponins and tannins which function as antibacterial, especially in the leaves. Criteria for wound dressings can be seen from several things, one of which is porosity. Porosity has a very important function in wound dressings. The smaller the porosity, the better the bacterial inhibition of the wound dressing, but it is necessary to consider the circulation of air in maintaining wound moisture, so special research is needed on this matter. The purpose of this study was to analyze the porosity of the PVA *nanofiber*-jackfruit leaf extract, which is able to retain moisture but still able to inhibit bacteria. The research began with the process of extracting jackfruit leaves, making a solution of PVA-jackfruit leaf extract with a composition of 5, 10, 15 and 20% and continued with *nanofiber* fabrication using the *electrospinning* method. The resulting *nanofiber* was tested using the SEM shading method using OriginPro 2023 software. It obtained a *nanofiber* porosity value of 39.93% in a composition of 20% jackfruit leaf extract.

Keywords: Porosity, *Nanofiber*, *Wound dressing*

I. PENDAHULUAN

Kerusakan dan diskontinuitas jaringan kulit terjadi akibat luka yang dapat mengganggu peran kulit dalam melindungi jaringan dibawahnya dari paparan fisik, mekanik, biologis dan kimia dari lingkungan (Aminuddin, 2020). Luka merupakan suatu bentuk kerusakan atau hilangnya jaringan kulit pada tubuh yang disebabkan oleh kontak dengan sumber panas (seperti bahan kimia, air panas, api, radiasi, dan listrik), hasil tindakan medis, maupun perubahan kondisi fisiologis (Purnama et al., 2017). Menurut lama waktu dan proses penyembuhannya, luka dikategorikan menjadi 2 yaitu luka akut dan luka kronik. Luka akibat cedera jaringan, cedera mekanikal karena faktor eksternal (seperti luka tembak dan luka pasca operasi), dan cedera kimiawi (seperti terkena cairan kimia yang korosif) dengan waktu penyembuhan luka minimal 8 – 12 minggu disebut luka akut. Sedangkan luka yang terjadi akibat kegagalan pemulihan karena kondisi fisiologis (seperti diabetes melitus dan kanker) yang dalam waktu penyembuhannya lambat yaitu lebih dari 12 minggu dan terkadang dapat menyebabkan cacat disebut luka kronik. Kedua macam luka tersebut sangat rentan terjadi infeksi, terutama oleh mikroorganisme seperti bakteri, sehingga perlu adanya tindakan berupa perawatan maupun penyembuhan luka (Evi et al., 2019).

Pemilihan penutup luka sangatlah penting, karena tiap luka memiliki karakteristik yang berbeda. Tujuan utama dari penutup luka (*wound dressing*) adalah menciptakan lingkungan yang kondusif dalam mendukung proses penyembuhan luka, dimana balutan luka bersifat individual yang bergantung pada karakteristik dari luka tersebut (Aminuddin, 2020).

Polimer PVA dapat dikembangkan dengan mencampurkan bahan lain berupa polimer ataupun bahan yang berasal dari alam salah satunya adalah daun nangka. Tanaman nangka berpotensi digunakan sebagai bahan pembuatan *wound dressing* karena senyawa yang terkandung yaitu flavonoid, saponin dan tanin yang berfungsi sebagai antibakteri. Tetapi, nangka membutuhkan material pembawa lain berupa polimer yang mampu membentuk *fiber* yaitu PVA. Maka dibuatlah *wound dressing* dari campuran PVA-Daun nangka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis nilai porositas *nanofiber* PVA-Daun nangka.

Karakteristik *nanofiber* yang baik haruslah memiliki lapisan yang tipis, porositas tinggi, dan permeabilitas yang tinggi (Pereao et al., 2019). Sebagai *wound dressing*, diperlukan *nanofiber* yang mampu menjaga kondisi luka dengan tetap adanya sirkulasi udara sehingga kelembaban tetap terjaga, namun disisi lain harus mampu menghambat laju masuknya bakteri yang dapat menyebabkan luka semakin rentan terinfeksi. Sehingga perlu dikaji dan diteliti bagaimana porositas dari *nanofiber* yang baik sebagai *wound dressing*.

II. METODE

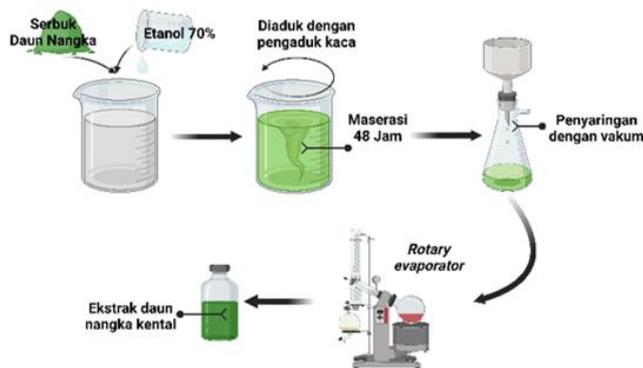
A. Rancangan Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah serbuk daun nangka jenis nangka celeng, ethanol teknis 70%, serbuk PVA dan aquades. Alat yang digunakan diantaranya stirrer, pengaduk, beaker glass, *electrospinning*, dan alat uji yang digunakan adalah FTIR dan SEM.

Ekstraksi Daun Nangka

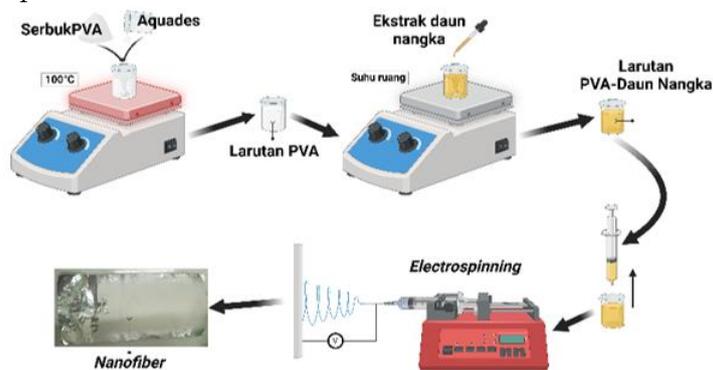
Serbuk daun nangka sebanyak 100 gram diekstrak dengan metode maserasi ke dalam 1000 ml ethanol teknis 70%. Kemudian direndam selama 48 jam dalam kondisi gelap ditutup plastik hitam yang ditempatkan dalam ruang gelap dan sesekali diaduk. Selanjutnya, ekstrak disaring menggunakan vakum dan kertas saring. Ekstrak dikentalkan dengan cara diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu ≥ 40 °C hingga diperoleh ekstrak daun nangka kental. Ekstrak daun Nangka akan dicampur dengan larutan PVA untuk disintesis menjadi nanofiber.



Gambar 1. Ilustrasi proses ekstraksi daun nangka

Fabrikasi dengan Alat *Electrospinning*

Nanofiber disintesis dengan metode *electrospinning* dengan alat tipe Nachriebe 601, tegangan 20 kV laju alir 1,5 ml/jam dan jarak 15 cm dari ujung jarum ke drum kolektor. Proses pembuatan larutan yang akan disintesis tampak seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi fabrikasi *electrospinning*

Serbuk PVA sebanyak 1 gram dilarutkan ke dalam 10 ml aquades menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 800 rpm dan suhu 100°C selama ± 2 jam hingga homogen. Selanjutnya, ekstrak daun kental diteteskan ke dalam larutan PVA tersebut dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 800 rpm selama ± 2 jam dalam suhu ruang. Larutan PVA-Daun nangka difabrikasi dengan alat *electrospinning* selama 1 jam hingga terbentuk lembaran *nanofiber*.

Karakterisasi *Nanofiber*

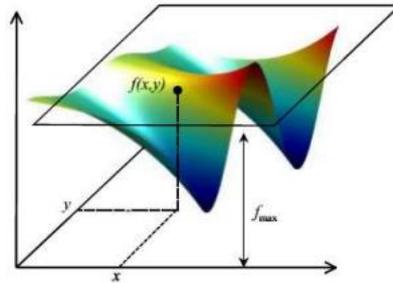
Nanofiber PVA-Daun nangka dikarakterisasi dengan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dan dilakukan uji porositas menggunakan metode bayangan SEM dengan *software* OriginPro 2023.

B. Variabel Operasional Penelitian

Parameter alat *electrospinning* yaitu tegangan 20 kV, laju alir 1,5 ml/jam, dan jarak *nozzle* 15 cm sebagai variabel kontrol. Konsentrasi volume ekstrak daun nangka 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai variabel manipulasi. Nilai porositas *nanofiber* dalam persen sebagai variabel respon.

C. Teknik Pengolahan Data

Mengacu pada penelitian Rahmayanti et al., (2018) bahwa porositas dari *nanofiber* secara sistematis dapat dimodelkan sebagai berikut:



Gambar 3. Ilustrasi permukaan nanofiber

Porositas dapat dinyatakan sebagai permukaan yang diwakili oleh fungsi 2D $f(x, y)$ seperti pada Gambar 3 bahwa tinggi dari permukaan pada koordinat x dan y berfungsi sebagai alas atau dasar yang diukur dari bidang datar, adapun persamaan volume ruang di bawah permukaan kurva sebagai berikut:

$$V_{padatan} = \int_{x_{min}}^{x_{max}} \int_{y_{min}}^{y_{max}} f(x, y) dx dy \quad (1)$$

Apabila f_{maks} adalah ketinggian maksimum dari permukaan yang diukur pada bidang dasar, maka setiap x dan y berlaku $f(x, y) \leq f_{maks}$. Hal serupa pada volume total material ketika pori tidak ada sebagai volume di bawah bidang dengan tinggi f_{maks} dan dibatasi oleh $x_{min}, x_{max}, y_{min},$ dan y_{max} sebagai koordinat yang membatasi permukaan, maka volume total adalah:

$$V_{total} = f_{maks}(x_{max} - x_{min})(y_{max} - y_{min}) \quad (2)$$

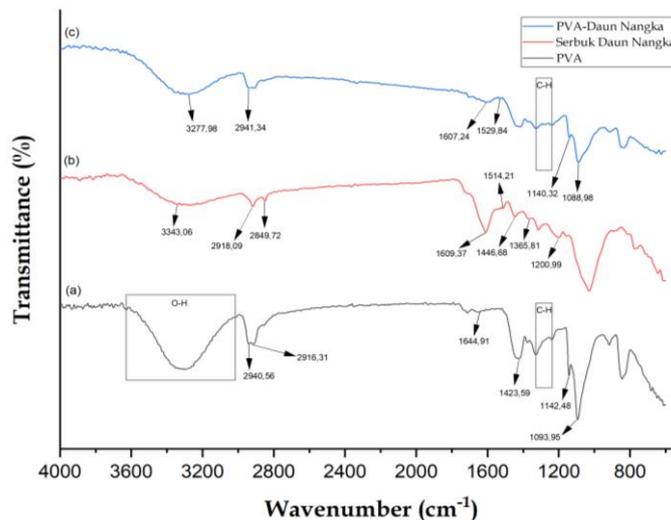
Maka porositas nanofiber dapat dirumuskan menjadi:

$$\phi = 1 - \frac{V_{padatan}}{V_{total}} \quad (3)$$

dengan ϕ adalah porositas nanofiber PVA-Daun nangka, $V_{padatan}$ merupakan volume ruang di bawah permukaan kurva dan V_{total} adalah volume total.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa FTIR bertujuan untuk menyelidiki gugus fungsi yang dimiliki oleh sampel nanofiber PVA, serbuk daun nangka, dan nanofiber PVA-Daun nangka dengan rentang bilangan gelombang 4000-600 cm^{-1} . Gugus fungsi dapat dilihat dengan membandingkan dari tiga hasil uji FTIR untuk PVA, serbuk daun nangka dan PVA-daun nangka, sehingga dapat diidentifikasi gugus fungsi unik dari masing-masing bahan, seperti yang tampak pada Tabel 1.



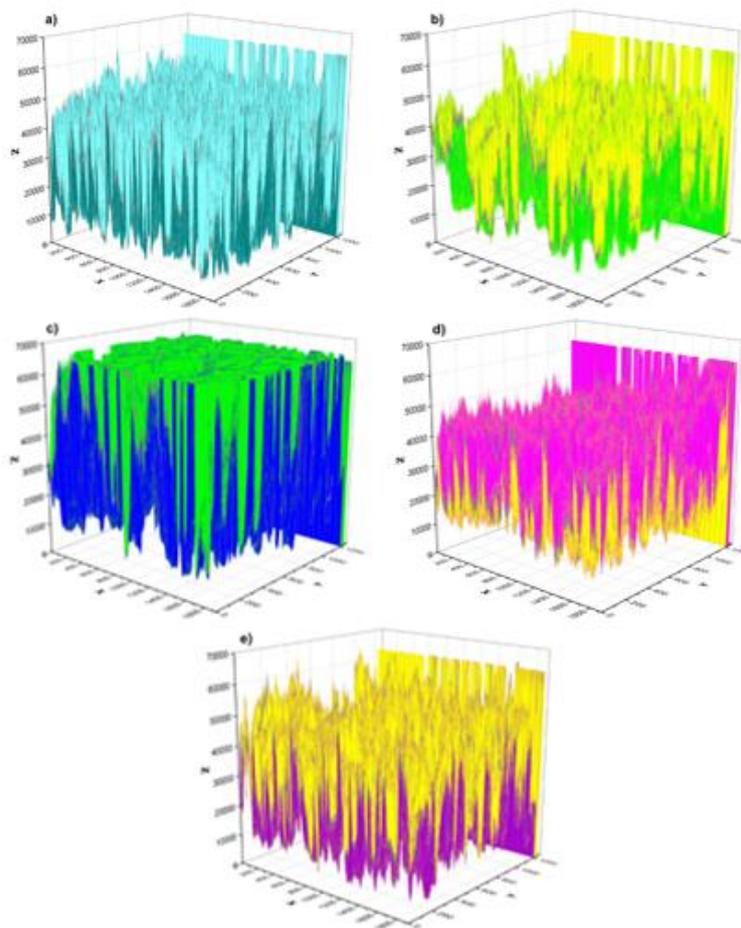
Gambar 4. Spektrum FTIR a) Nanofiber PVA, b) Serbuk daun nangka, dan c) Nanofiber PVA-Daun nangka

Tabel 1. Perbandingan hasil eksperimen dengan referensi

Material	Eksperimen (cm ⁻¹)	Jenis Ikatan	Referensi (cm ⁻¹)
Serbuk Daun Nangka	1200,99	C-O-C	1246 (Ayón-Macías et al, 2023)
	1365,81	C-O <i>Stretching</i>	1350 (Sarifuddin et al., 2018)
	1446,68	C-H	1439; 2853; dan 2924 (Ayón-Macías et al, 2023)
	2849,72		
	2918,09		
	1514,21	C-O	1516 (Ayón-Macías et al, 2023)
	1609,37	N-H <i>Stretching</i>	1603 (Ayón-Macías et al, 2023)
3343,06	N-H dan O-H <i>Stretching</i>	3324 (Ayón-Macías et al, 2023)	
PVA	1093,95	C-O <i>Stretching</i>	1093 (Risidian et al., 2015)
	1142,48	C-O <i>Stretching</i>	1144 (Luthfianti et al, 2023)
	1238	C-H <i>Wagging</i>	1243-1374 (Sarifuddin et al., 2018)
	1328		
	1423,59	C-H <i>Bending Vibration</i>	1442 (Luthfianti et al, 2023)
	1644,91	C=O <i>Stretching</i>	1656 (Luthfianti et al, 2023)
	2940,56	C-H <i>Stretching</i>	2941 (Risidian et al., 2015)
	2916,31	C-H <i>Stretching</i>	2919 (Sarifuddin et al., 2018)
	3017,70	O-H <i>Stretching</i>	3000-3664 (Luthfianti et al, 2023)
	3627,07		
	3295,41	-OH <i>Stretching</i>	3274 (Sarifuddin et al., 2018)
	PVA-Daun Nangka	1088,98	C-O <i>Stretching</i>
1140,32		C-O <i>Stretching</i>	1142 (Sarebanha & Farhan, 2018)
1237,91		C-H <i>Wagging</i>	1246-1373 (Sarifuddin et al., 2018)
1327,62			
1529,84		C-O	1516 (Ayón-Macías et al, 2023)
1607,24		N-H <i>Stretching</i>	1603 (Ayón-Macías et al, 2023)
2941,34		C-H <i>Stretching</i>	2921 (Sarifuddin et al., 2018)
3277,98		N-H <i>Stretching</i>	3292 (Ayón-Macías et al, 2023)
	-OH <i>Stretching</i>	3274 (Sarifuddin et al., 2018)	

Terjadi peregangan ikatan C-O pada bilangan gelombang 1088,98 cm⁻¹ yang merupakan karakteristik dari puncak serapan PVA dan terlihat pada puncak PVA-Daun nangka. Selain itu terjadi perengangan pada bilangan gelombang 3277,98 cm⁻¹ yaitu gugus fungsi -OH, menunjukkan adanya gugus hidroksil pada rantai utama PVA. Pada bilangan gelombang yang sama terjadi peregangan N-H. Dengan demikian, *nanofiber* PVA-Daun nangka telah berhasil dibuat.

Ukuran pori berpengaruh saat aplikasi *wound dressing*, yaitu semakin kecil ukuran pori *nanofiber* dapat membantu untuk menghambat masuknya bakteri. Halim (dalam Zhan et al., 2013) menyatakan bahwa ukuran pori yang semakin besar, maka metabolisme akan berjalan lebih cepat karena nutrisi dan oksigen yang terkandung semakin mudah dilalui oleh bakteri. Seperti pada **Gambar 5** berikut yang menunjukkan persebaran pori *nanofiber*.



Gambar 5. Persebaran pori *nanofiber* dengan konsentrasi ekstrak daun nangka a) 0%, b) 5%, c) 10%, d) 15%, dan e) 20%

Penelitian yang dilakukan oleh Halim et al., (2019) bahwa *nanofiber* PVA-alginat dengan ukuran pori berkisar antara 2,557 – 6,306 μm dengan tingkat kebocoran sel terhadap bakteri terendah pada ukuran pori terkecil. Selain itu *nanofiber* non-woven sebagai *wound dressing* yang umum digunakan adalah pori dengan ukuran berkisar antara 50 nm – 1 μm . Ukuran pori tersebut cukup kecil dan mampu untuk melindungi dan mengisolasi luka dari bakteri serta mengurangi risiko infeksi pada luka (Sadeghi-Ashbash et al., 2022).

Tabel 2. Nilai porositas *nanofiber*

Konsentrasi Ekstrak Daun Nangka	Porositas (%)
0%	39,61
5%	41,26
10%	59,08
15%	40,78
20%	39,93

Porositas yang tinggi pada *wound dressing* akan meningkatkan kemampuan penyerapan dan mengakibatkan sirkulasi udara berjalan dengan baik sehingga kelembaban pada kulit akan terjaga. Namun, porositas yang tinggi juga dapat mengakibatkan berkurangnya intensitas dan daya hambat bakteri untuk masuk ke dalam luka dan akan menghambat proses penyembuhan luka.

Berdasarkan **Tabel 2** hasil perhitungan dari persamaan (3) yang menunjukkan porositas dari *nanofiber* PVA murni dan PVA-Daun nangka, maka *nanofiber* tersebut sudah memenuhi karakteristik untuk dapat diaplikasikan sebagai *wound dressing*. Karena persentase porositas yang kecil, dimana semakin kecil porositas

maka dapat menghambat masuknya bakteri dan kelembaban luka tetap terjaga, diperoleh porositas terbaik sebesar 39,93%, pada nanofiber PVA-Daun nangka dengan konsentrasi 20%.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Nanofiber PVA-Daun nangka telah berhasil dibuat yang dan menghasilkan nilai porositas nanofiber terkecil sebesar 39,93% pada campuran PVA dengan konsentrasi ekstrak daun nangka sebesar 20%. Dimana diharapkan dapat menghambat bakteri dengan baik dan mampu menjaga kelembaban luka.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, M., Sholichin, S. K., & Nopriyanto, D. 2020. Modul Perawatan luka. Samarinda: Program Studi Diploma Iii Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman.
- Ayón-Macías, K. D., Castañeda-Andrade, A. J., Ragazzo-Sánchez, J. A., & Calderón-Santoyo, M. 2023. Application of nanofibers with jackfruit leaf extract via electrospinning to control phytopathogens in *Averrhoa carambola* L. *Polymer Bulletin*, 1-26.
- Evi, K., & Naufal, R. P. 2019. Potensi Biopolimer Kitosan Dalam Pengobatan Luka. *MEDULA, medicalprofession journal of lampung university*, 9(3), 459-464.
- Halim, C. E., Tjandra, K. A. Y., Yosephi, V., & Wardani, A. K. 2019. Pengaruh Persentase PVA-Alginat Beads Terhadap Tingkat Dekolorisasi Pewarna Sintetis Azo Menggunakan Konsorsium Bakteri Amobil. *Chimica et Natura Acta*, 7(2), 63-68.
- Luthfianti, H. R., Waresindo, W. X., Edikresnha, D., Chahyadi, A., Suciati, T., Noor, F. A., & Khairurrijal, K. 2023. Physicochemical Characteristics and Antibacterial Activities of Freeze-Thawed Polyvinyl Alcohol/ Andrographolide Hydrogels. *ACS omega*, 8(3), 2915-2930.
- Pereao, O., Bode-Aluko, C., Laatikainen, K., Nechaev, A., & Petrik, L. 2019. Morphology, modification and characterisation of electrospun polymer nanofiber adsorbent material used in metal ion removal. *Journal of Polymers and the Environment*, 27, 1843-1860.
- Purnama, H., Sriwidodo, R. S., & Ratnawulan, S. 2017. Review sistematik: proses penyembuhan dan perawatan luka. *Farmaka*, 15(2), 251-256.
- Rahmayanti, H. D., Rahmawati, R., Sustini, E., & Abdullah, M. 2018. Kajian Struktur Serat dan Porositas Masker Udara. *Jurnal Fisika*, 8(1).
- Risdian, C., Nasir, M., Rahma, A., & Rachmawati, H. 2015. The influence of formula and process on physical properties and the release profile of PVA/BSA nanofibers formed by electrospinning technique. *Journal of Nano Research*, 31, 103-116.
- Sadeghi-Aghbash, M., Rahimnejad, M., Adeli, H., & Feizi, F. 2023. Wound healing: an overview of wound dressings on health care. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 24(9), 1079-1093.
- Safaruddin, Abdul Rahim. 2019. Karakterisasi Morfologi Dan Sifat Tarik Membran Nanofiber Pva/Aloe Vera Alami/Aloe Vera Ekstrak Yang Difabrikasi Dengan Metode Electrospinning. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*.
- Sarebanha, S., & Farhan, A. (2018). Eco-friendly composite films based on polyvinyl alcohol and jackfruit waste flour. *Journal of Packaging Technology and Research*, 2, 181-190.
- Xia, J., Zhang, H., Yu, F., Pei, Y., & Luo, X. (2020). Superclear, porous cellulose membranes with chitosan-coated nanofibers for visualized cutaneous wound healing dressing. *ACS applied materials & interfaces*, 12(21), 24370-24379.