

Adib Ilham Yoga Subekti 2021. *Scaffold Nanofibers Berbasis Poly-Lactid Acid dan Poly-Caprolactone (PLA-PCL) untuk Cedera Anterior Cruciatum Ligament*. Skripsi dibawah bimbingan Dr. Aminatun, Ir., M.Si. dan Drs. Djony Izak R., M.Si, Program Studi S-1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

---

#### ABSTRAK

Statistik medis mengenai cedera lutut sekitar 48/1000 pasien per tahun, 9% di antaranya mengenai cedera ligament, dan sering dijumpai pada kasus *Anterior Cruciatum Ligament* (ACL). Penggunaan teknik rekayasa jaringan dalam cedera ACL untuk meregenerasi atau memperbaiki jaringan yang rusak. Serta meminimalkan morbiditas, penularan penyakit dan tidak menimbulkan resiko kerusakan jaringan.. *Artikel review* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi material PLA-PCL dan/atau jenis material lainnya sebagai rekayasa jaringan ACL. Metode *article review* dengan melakukan pencarian jurnal dari beberapa database jurnal dengan *keyword* PLA-PCL, PLA-PCL nanofiber, PLA-PCL *scaffold* dan *braiding* dilanjutkan pemilihan jurnal untuk mendapatkan 10 jurnal pendukung topik skripsi. Jurnal yang sesuai kriteria dikumpulkan, diringkaskan lalu dianalisis isi dengan cara mengkompilasi lalu menghubungkan antara satu literatur dengan literatur yang lain. Metode yang digunakan *elektrospinning* dengan beberapa uji karakterisasi yang diulas meliputi uji FTIR, SEM, Sitotoksitas (MTT Assay), degradasi dan kuat tarik pada beberapa jurnal terindeks *scopus*. Selain itu, *artikel review* ini juga bertujuan untuk mengetahui rasio PLA-PCL dan/atau jenis material lainnya yang memberikan nilai optimal sehingga terbentuk nanofiber yang ideal. Hasil studi literature menunjukkan bahwa pada uji FTIR, didapatkan adanya interaksi kimia yang menguntungkan antara polimer yang mengarah pada sifat nanofibers. Nanofiber PLA-PCL pada komposisi 80:20 merupakan rasio terbaik karena menghasilkan morfologi halus tanpa beads dan diameter rata-rata 600 nm. Nanofiber PLA-PCL dan/atau perpaduan material lainnya juga menunjukkan bahan tidak beracun karena persentase sel hidup lebih dari 60%. Pada uji laju degradasi, menunjukkan bahwa sampel lembar nanofiber memiliki tingkat degradasi yang optimal dengan rentang waktu 14-28 hari. Material tidak boleh terlalu cepat terdegradasi dikarenakan proses regenerasi tidak dapat mengimbangi proses degradasi yang terlalu cepat. Sampel lembar nanofiber memiliki kuat tarik yang belum mendekati ACL asli manusia yaitu nilai  $37,8 \pm 9,3$  MPa UTS sedangkan nilai modulus elastisitasnya berkisar antara  $65 \pm 26$  Mpa. Oleh karena itu dibutuhkan metode keping (*braiding*). Berdasarkan hasil *artikel review* tersebut, dapat disimpulkan bahwa komposisi nanofiber PLA-PCL 80:20 menjadi kandidat yang baik dalam proses *elektrospinning* untuk meningkatkan kekuatan tarik dan menggunakan metode *braiding* 6 keping untuk mendekati ACL asli.

**Kata kunci:** *nanofibers*, PLA (*Poly-Lactid Acid*), PCL (*Poly- Caprolactone*), *scaffold*, *braiding*

Adib Ilham Yoga Subekti 2021. *Scaffold Nanofibers Berbasis Poly-Lactid Acid dan Poly-Caprolactone (PLA-PCL) untuk Cedera Anterior Cruciatum Ligament..* This thesis was supervised by Dr. Aminatun, Ir., M.Si. and Drs. Djony Izak R., M.Si, Biomedical Engineering Undergraduate Program, Departement of Physics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga.

---

#### ABSTRAK

Medical statistics regarding knee injuries are about 48/1000 patients per year, 9% of them are ligament injuries, and are often found in cases of Anterior Cruciate Ligament (ACL). Use of tissue engineering techniques in ACL injuries to regenerate or repair damaged tissue. As well as minimizing morbidity, disease transmission and not causing the risk of tissue damage. This review article aims to determine the effect of variations in PLA-PCL materials and / or other types of materials as ACL tissue engineering. The article review method is by searching for journals from several journal databases with the keywords PLA-PCL, PLA-PCL nanofiber, PLA-PCL *scaffold* and *braiding* followed by selecting journals to get 10 journals supporting the thesis topic. Journals that match the criteria are collected, summarized and then content analyzed by compiling and then linking one literature to another. The method used was electrospinning with several characterization tests reviewed including FTIR, SEM, Cytotoxicity (MTT Assay), degradation and tensile strength in several Scopus indexed journals. In addition, this review article also aims to determine the PLA-PCL ratio and / or other types of materials that provide optimal values to form the ideal nanofiber. The results of the literature study show that in the FTIR test, it was found that there was a beneficial chemical interaction between the polymers that led to the properties of the nanofibers. PLA-PCL nanofiber at a composition of 80; 20 is the best ratio because it produces fine morphology without beads and an average diameter of 600 nm. PLA-PCL nanofibers and / or other material alloys also show non-toxic materials because the percentage of living cells is more than 60%. The degradation rate test shows that the nanofiber sheet samples have an optimal degradation rate with a time span of 14-28 days. Material should not degrade too quickly because the regeneration process cannot compensate for the degradation process that is too fast. The nanofiber sheet sample has a tensile strength that has not yet approached the original human ACL, namely the value of  $37.8 \pm 9.3$  MPa UTS, while the modulus of elasticity ranges from  $65 \pm 26$  MPa. Therefore we need the braiding method. Based on the results of this review article, it can be concluded that the composition of the PLA-PCL 80:20 nanofiber is a good candidate in the electrospinning process to increase tensile strength and uses the 6 braiding method to approach the original ACL.

**Keywords:** *nanofibers, PLA (Poly-Lactid Acid), PCL (Poly- Caprolactone), scaffold, braiding*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Scaffold Nanofibers Berbasis PLA-PCL (Poly- Lactic Acid dan Poly-Caprolactone)* untuk Cedera *Anterior Cruciatum Ligament*”. Skripsi ini terdiri dari lima bab yaitu, pendahuluan, tinjauan pustaka, dan metode penelitian. Penyusunan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Eko Handayanto dan Ibu Tias Susanti Wuryaningsih selaku kedua orangtua penulis yang selalu memberikan dukungan penuh dan doa sehingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
3. Khusnul Ain, S.T., M.Si selaku Koordinator Program Studi Teknik Biomedik Departemen Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga
4. Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Biomedik Departemen Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga
5. Drs. Siswanto selaku Kepala KBK Biomaterial Departemen Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga.
6. Dr. Ir. Aminatun, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, dan arahan dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
7. Drs. Djony Izak R., M.Si., selaku dosen pembibing II yang telah memberi arahan dan masukan dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
8. Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., Jan Ady, S.Si., M.Si., Dra. Dyah Hikmawati, M.Si, Drs. Adri Supadi, M.Si selaku dosen biomaterial Departemen Fisika Universitas Airlangga.

9. Para dosen Teknik Biomedis yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama di bangku perkuliahan.
10. Kamailiya U, Sayekti, Tessa, Fanggie Giant I, Nilam Puspitasari, Sapriti Anindriya, Davin Rianda, Arkan Fahrian dan Farid Abdillah yang telah saling mendukung dan selalu memotivasi.
11. Teman-teman Teknik Biomedis angkatan 2016 dan rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Biomedis (HMTB) yang selalu memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi.
12. Teman-teman Teknik Biomedis angkatan 2017 dan rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Biomedis (HMTB) yang selalu memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sehingga dapat memperbaiki proposal skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat dilanjutkan ke tahap skripsi dan memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca

Surabaya, 17 Januari 2021

Penulis,

Adib Ilham Yoga Subekti