

p-ISSN : 1411-7703

e-ISSN : 2746-2625

LABORATORY SCALE OF RAYON FIBER MANUFACTURING: MANUAL STIRRING AND STIRRING USING A MAGNETIC STIRRER

PEMBUATAN SERAT RAYON SKALA LABORATORIUM: PENGADUKAN MANUAL DAN PENGADUKAN MENGGUNAKAN MAGNETIC STIRRER

Dewi Nurhidayati¹, Warmiati¹, Wijayanti^{1*}

¹ Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia,

* Korespondensi: wijayanti@atk.ac.id

Abstract:

Laboratory scale production of rayon fiber has been carried out using manual stirring and a magnetic stirrer. The aim of this research is to compare rayon fibers produced through manual stirring and magnetic stirrer stirring. Experiments on making rayon on a laboratory scale are carried out for educational purposes which often have obstacles due to the limited availability of mixing equipment, such as magnetic stirrer. The method used in making rayon in this research is through the formation of cuprammonium ions. The results show that there is no significant difference between rayon produced manual stirring and magnetic stirrer stirring. It means that the manual mixing can be applied in the learning process for making rayon due in order to get around the limitations of available mixing equipments.

Keywords: rayon fiber, mixing, cuprammonium, laboratory, education

Intisari:

Telah dilakukan pembuatan serat rayon skala laboratorium dengan pengadukan manual dan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan serat rayon yang dihasilkan melalui pengadukan manual dan pengadukan *magnetic stirrer*. Percobaan pembuatan rayon skala laboratorium dilakukan untuk keperluan pendidikan yang sering kali mengalami hambatan dalam hal terbatasnya ketersediaan alat pengaduk. Metode yang digunakan dalam pembuatan rayon dalam penelitian ini adalah melalui pembentukan tetraamintembaga(II) hidroksida melalui pengadukan manual dan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan

yang signifikan pada rayon yang dihasilkan ketika pembuatan melalui pengadukan manual maupun pengadukan menggunakan alat *magnetic stirrer*. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengadukan manual dapat diterapkan dalam proses pembelajaran pembuatan rayon untuk mensiasati keterbatasan alat pengaduk yang tersedia.

Katakunci: rayon, pengadukan, tetraamintembaga(ii) hidroksida, laboratorium, pendidikan

Pendahuluan

Kebutuhan produk tekstil saat ini meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia. Produk tekstil pada umumnya terbuat dari serat alam maupun sintetis. Serat alam adalah serat yang terbuat dari bahan alami yang berasal dari tumbuhan maupun hewan. Contoh serat alam adalah kapas, linen, sutera, dan wool. Sementara itu, serat sintetis merupakan serat yang dibuat melalui proses rekayasa, seperti nilon dan poliester [1]. Namun, terdapat pula serat semisintetis yang tidak bisa digolongkan ke dalam serat alam maupun serat sintetis sepenuhnya. Contoh serat semisintetis adalah rayon. Rayon terbentuk melalui proses regenerasi selulosa yang berasal dari polimer organik. Serat hasil regenerasi selulosa memiliki keunggulan dalam hal kenyamanan, *renewable*, mudah terurai, dan relatif aman digunakan [8]. Pembuatan rayon merupakan proses reaksi polimerisasi kondensasi yang melibatkan reaksi antara dua molekul dengan melepaskan satu molekul kecil seperti air.

Pembuatan rayon kerap kali dipraktikkan di unit pendidikan meskipun hanya skala laboratorium. Pembuatan rayon tersebut dikemas dalam bentuk praktikum yang diikuti oleh peserta didik. Proses pembuatan rayon dilakukan dengan pembuatan larutan tetraamintembaga(II) hidroksida yang kemudian digunakan untuk melarutkan selulosa yang biasanya berupa kapas ataupun serat alam lain seperti serat bamboo [9]. Pembuatan rayon melalui proses tetraamintembaga(II) hidroksida merupakan proses pembuatan serat dengan metode cuprammonium [7]. Metode ini menggunakan NaOH sebagai larutan pembentuk alkali kuat yang akan melarutkan selulosa. Pada proses pembuatan larutan tetraamintembaga(II) hidroksida, terdapat proses pengadukan. Pengadukan tersebut dilakukan untuk mempercepat reaksi. Permasalahan yang sering timbul dalam pembuatan rayon skala laboratorium di unit pendidikan adalah terbatasnya alat pengaduk, sehingga menghambat kegiatan pendidikan. Hal tersebut biasanya disiasati dengan pengadukan secara manual ketika proses pembuatan rayon. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan antara hasil rayon melalui proses pengadukan manual dengan rayon yang diperoleh melalui proses pengadukan menggunakan alat pengaduk *magnetic stirrer*.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Teknik Polimer, Politeknik ATK Yogyakarta yang berlokasi di JL. ATEKA, Tarudan, Bangunharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta. Waktu pelaksanaan di lakukan dari bulan September 2023 – Januari 2024. Dengan didahului dengan observasi pada saat praktikum polimer mahasiswa.

Bahan dan Alat

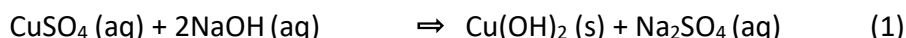
Bahan yang digunakan adalah NaOH p. a (MERCK), CuSO₄.5H₂O (MERCK), H₂SO₄ (MERCK), NH₄OH p.a (MERCK), akuades, dan kapas atau kertas saring. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer*, neraca analitik, almari asam, spuit, dan peralatan gelas. Alat untuk identifikasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Perkin Elmer Type Frontier.

Metode

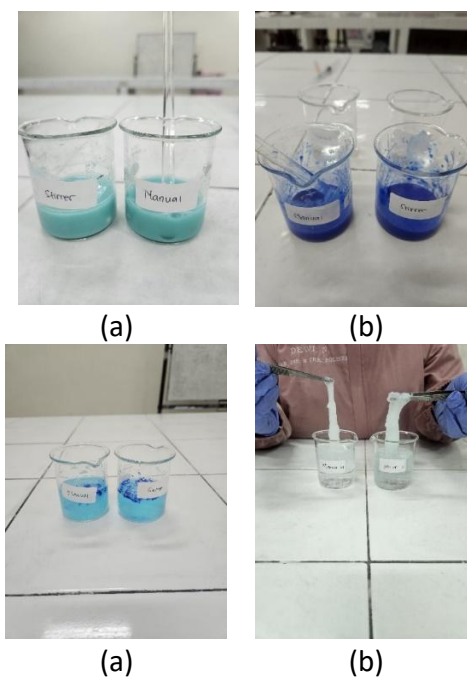
Prosedur kerja dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh [5, 10] tentang pembuatan rayon dengan metode cuproammonium. Tahapan proses pembuatan rayon terbagi menjadi empat tahapan yaitu pengadukan dan pencampuran I; pencampuran dan pengadukan II; pencetakan; dan pencucian. Proses pengadukan dan pencampuran I yaitu dengan pencampuran senyawa CuSO₄.5H₂O 1M dan NaOH 0,5M, kemudian dilakukan pengadukan. Setelah proses pengadukan dilakukan penyaringan dengan kertas saring sehingga dihasilkan cairan filtrat. Selanjutnya masuk pada tahapan proses II yaitu dengan mencampurkan cairan filtrat dengan NH₄OH 25% dan dilakukan pengadukan. Tahapan proses berikutnya yaitu proses pencetakan. Bahan kimia yang digunakan H₂SO₄ 1M. Kemudian masuk pada tahapan proses terakhir yaitu pencucian menggunakan H₂O, sehingga dihasilkan produk berupa rayon. Metode penelitian ini merupakan deskriptif experimental dengan dilakukan observasi kemudian melakukan percobaan secara kualitatif dengan skala laboratorium. Identifikasi serat rayon yang terbentuk dianalisis menggunakan FTIR dan juga organoleptis.

Hasil dan Pembahasan

Proses pembuatan rayon diawali dengan pembuatan endapan tembaga(II) hidroksida yang diperoleh dari reaksi natrium hidroksida dengan tembaga(II) sulfat yang membentuk endapan berwarna biru muda (Gambar 2.a). Tembaga (II) hidroksida menurut penelitian [2] dapat disintesis dengan menggunakan tembaga sulfat dan sodium hidroksida. Adapun reaksi yang terjadi pada pembentukan tembaga (II) hidroksida :

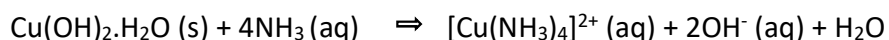


Proses pengadukan yang dilakukan pada pembentukan tembaga (II) hidkroksida dengan waktu yang sama yakni 10 menit. Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* memberikan putaran yang lebih cepat dibandingkan dengan pengadukan secara manual. Tetapi ,dilihat dari hasil endapan yang diperoleh dari metode pengadukan baik secara *magnetic stirrer* dan manual tidak terdapat perbedaan secara organoleptis, endapan bewarna biru muda yang merupakan tembaga (II) hidroksida. Proses pengadukan pada reaksi ini mempengaruhi proses kecepatan reaksi pembetulan tembaga (II) hidroksida tetapi tidak mempengaruhi hasil yang diperoleh.



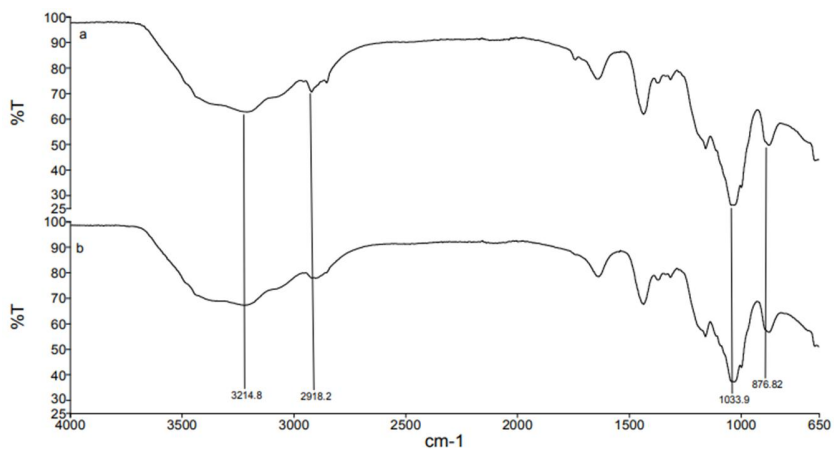
Gambar 2. (a) Endapan tembaga(II) hidroksida (b) larutan tetraamintembaga(II) hidroksida (c) proses pencetakan rayon (d) hasil rayon

Endapan yang terbentuk tersebut kemudian dilarutkan dengan ammonia sehingga membentuk larutan tetraamintembaga(II) hidroksida berwarna biru gelap (Gambar 2.b.). Larutan ini disebut dengan reagen *Schweizer* yang dapat digunakan untuk melarutkan selulosa [4].



Larutan tetraamintembaga(II) hidroksida akan melarutkan selulosa sehingga terbentuk senyawa kompleks. Serat rayon akan terbentuk ketika larutan senyawa kompleks tersebut ditambahkan ke dalam asam. Pencetakan serat rayon harus dilakukan dengan cepat agar larutan tidak menggumpal di dalam spuit. Warna biru akan cepat memudar ketika ion tembaga(II) terdifusi ke dalam larutan [11] seperti yang terlihat dalam Gambar 2.c. Rayon yang dihasilkan kemudian diambil dan terlihat serat rayon yang berwarna putih. Rayon yang dihasilkan melalui pengadukan manual dan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* tampak tidak berbeda. Serat rayon berwarna putih dan memanjang.

Serat Rayon yang dihasilkan dari kedua metode pengadukan kemudian dilakukan analisis kualitatif menggunakan FTIR untuk melihat ada tidaknya perbedaan gugus fungsi yang terbentuk pada rentang $650\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 3. (a) Rayon dengan pengadukan manual (b) Rayon dengan menggunakan *magnetic stirrer*

Gambar 3 menunjukkan spektrum infra merah dari serat rayon dengan pengadukan manual dan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Pada gambar terlihat kedua spektrum menunjukkan hasil yang identik. Rayon memiliki beberapa bilangan gelombang karakteristik yaitu pada pita serapan yang melebar pada bilangan gelombang 3214 cm^{-1} yang merupakan serapan vibrasi rentangan gugus O-H, pada bilangan gelombang 2918 cm^{-1} merupakan serapan vibrasi rentangan gugus C-H, bilangan gelombang 1033 cm^{-1} merupakan serapan vibrasi rentangan gugus C-O-C dan serapan pada bilangan gelombang 876 cm^{-1} merupakan serapan vibrasi rentangan gugus C-C [3, 6].

Tabel 1. Peak Karakteristik Spektrum Rayon

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Sumber
3214	O-H (Streching)	(Kaur et al., 2013)
2918	C-H (Streching)	
1033	C-O-C (Streching)	
876	C-C (Streching)	

Hasil spektrum FTIR yang identik pada kedua metode pengadukkan (manual dan stirrer) menunjukkan kecepatan pengadukkan tidak berpengaruh terhadap hasil pembentukan rayon. Sehingga kedua metode pengadukkan baik manual maupun stirrer dapat diterapkan pada pembuatan cuproamonium rayon skala laboratorium.

Kesimpulan

Pembuatan rayon skala laboratorium dengan metode pembentukan cuprammonium baik dengan pengadukan manual maupun pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* menghasilkan hasil serat rayon yang tidak berbeda. Oleh sebab itu, pengadukan manual dapat diaplikasikan dalam pembelajaran pembuatan rayon ketika peralatan pengadukan tidak tersedia.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Politeknik ATK Yogyakarta yang telah memberikan dukungan sarana dan prasarana kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Biantoro, R., & Purwita, C. A., "Review: Pembuatan Serat Rayon", *JURNAL SELULOSA*, Vol 9(02), pp.51,2019. <https://doi.org/10.25269/jsel.v9i02.273>
- [2] Devamani, R. H. P., & Alagar, M., "Synthesis and Characterisation of Copper II Hydroxide Nano Particles," *Nano Biomed Eng*, Vol 5(3), pp.116–120, 2013. <https://doi.org/10.5101/nbe.v5i3.p116-120>
- [3] Hamid, M. ;, Babaeipour, Valiollah, & Bahrami, A., "Dissolution and Regeneration of the Produced Nano Bacterial Cellulose of Food Industries Wastewaters by a Cost-Benefit Method," *J. Chem. Chem. Eng. Research Article* ,Vol. 38, Issue 3, 2019.
- [4] Kauffman, G. B., "Rayon: The First Semi-Synthetic Fiber Product", *Journal of Chemical Education*, Vol 70(11), pp.887–893, 1993. <https://doi.org/10.1021/ed070p887>
- [5] Kauffman, G. B., & Karbassi, M., "A Demonstration of the Cuprammonium Rayon Progress", *Journal of Chemical Education*, pp.878, 1985.
- [6] Kaur, I., Sharma, N., & Kumari, V., "Modification of fiber properties through grafting of acrylonitrile to rayon by chemical and radiation methods", *Journal of Advanced Research*, Vol 4(6), pp.547–557, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.003>
- [7] Mendes, I. S. F., Prates, A., & Evtuguin, D. V., "Production of rayon fibres from cellulosic pulps: State of the art and current developments", *Carbohydrate Polymers*, Vol 273, pp.118466, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118466>
- [8] Parajuli, P., Acharya, S., Rumi, S. S., Hossain, Md. T., & Abidi, N., "4 - Regenerated cellulose in textiles: rayon, lyocell, modal and other fibres. In Md. I. H. Mondal (Ed.)", *Fundamentals of Natural Fibres and Textiles*, pp. 87–110, Woodhead Publishing, 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821483-1.00015-2>
- [9] Sugesty, S., Kardiansyah, T., & Hardiani, H., "Bamboo as Raw Materials for Dissolving Pulp with Environmental Friendly Technology for Rayon Fiber", *Procedia Chemistry*, Vol 17, pp.194–199, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.122>
- [10] Sharma, D. N., Sinnarkar, P. A., Antre, R. V., & Nimje, H. M., "Preparation of Cuprammonium Biodegradable Rayon Fibers from Different Papers with Schweitzer's Solution", *Journal of Current Pharma Research*, Vol 5(1), pp.1382–1385, 2014.
- [11] Wang, H., Han, T., Yang, J., Tao, Z., Guo, Q., Liu, Z., Feng, Z., & Liu, L., "Structural evolution of rayon-based carbon fibers induced by doping boron", *RSC Adv.*, Vol 4(103), pp.59150–59156, 2014. <https://doi.org/10.1039/C4RA07892F>