

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan bahan-bahan tekstil merupakan kebutuhan yang sangat penting dan tidak terelakkan lagi untuk masa-masa sekarang ini. Pertumbuhan manusia yang cepat dan permintaan barang-barang tekstil yang terjangkau namun bermutu memacu para produsen pada bidang tersebut untuk saling bersaing dalam meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksinya.

Industri tekstil merupakan suatu industri yang sangat kompleks, dimana industri tekstil merupakan industri *intermediate* yang menggunakan bahan baku utama dari produk industri lain, seperti industri kimia, pertanian ataupun peternakan, untuk kemudian diolah menjadi produk akhir baik untuk pemakaian langsung ataupun produk yang dapat diproses lebih lanjut pada industri lain sesuai dengan peruntukannya.

Perkembangan yang semakin pesat di dunia tekstil itu memicu pula penemuan-penemuan di bidang alat, proses maupun produk-produk tekstil buatan yang mempunyai sifat mendekati bahkan lebih baik dibandingkan serat-serat ataupun bahan tekstil yang seluruhnya berasal dari alam. Produk-produk tersebut diharapkan mempunyai nilai ekonomis, daya tahan, kenyamanan pemakaian, nilai estetika tekstur, disain dan warna ideal seperti yang diharapkan. Hal itu pula yang mendasari berkembangnya produk berupa benang stapel rayon viskosa yang digunakan untuk

berbagai macam tujuan dengan memperhatikan kegunaannya untuk proses selanjutnya. Pada umumnya, serat rayon viskosa ini secara garis besar dapat digunakan untuk produk barang-barang tekstil yang diharapkan mempunyai kemiripan dengan sutera, untuk gorden, penutup kursi, taplak meja, sprei, pakaian baik formal maupun informal, pakaian dalam, pakaian olahraga, kasur kecil/bantal dan renda bahkan juga dipergunakan untuk keperluan industri.

Rayon viskosa yang telah diolah menjadi filamen atau stapel digunakan dan dibutuhkan hampir oleh seluruh bidang tekstil, hal tersebut disebabkan karena sifat-sifat kerahangan pada abrasi/pengikisan, warna serat yang cerah, berkilau dan licin. Dengan sifat-sifat seperti inilah diharapkan dapat diciptakan dan dibuat berbagai macam produk tekstil yang ekonomis dan memuaskan pasar dengan kualitas yang sangat terjamin.

Pencapaian kualitas tersebut sangat berkaitan erat dengan kualitas optimal yang harus didapat dengan cara memperhatikan setiap aspek transformasi bahan baku (*raw materials*) menjadi produk, diantaranya bahan baku, pelaksanaan proses, alat, tenaga kerja dan perancangan produknya. Sehingga masalah-masalah yang berkaitan pula dengan efisiensi dan nilai ekonomis suatu produk juga dapat direalisasikan secara optimal.

Begitu pula dengan produksi serat stapel rayon viskosa ini, harus memperhatikan aspek-aspek tertentu yang dapat memenuhi kualitas optimal seperti yang diharapkan, secara garis besar proses pembuatan serat stapel rayon viskosa pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Proses persiapan bahan baku, berupa pulp kayu.
2. Proses *Steeping* (pencelupan) dan *Pressing* (penekanan), pembentukan Soda selulosa.
3. Proses *Recovery* kostik alkali.
4. Proses *Shredding* (pencabikan).
5. Proses *Ageing* (pemeraman).
6. Proses *Churning* (pengadukan).
7. Proses *Mixing* (pencampuran).
8. Proses *Ripening*.
9. Proses *Spinning*.
10. Proses *Cutting*.
11. Proses *Aftertreatment*.
12. Proses pengepakan.

Proses-proses tersebut memerlukan waktu yang bervariasi dengan mesin-mesin yang bervariasi pula sesuai fungsinya masing-masing untuk setiap rangkaian proses pembuatan serat stapel rayon viskosa ini. Jarak waktu normal dari proses pertama sampai menghasilkan larutan viskosa yang siap untuk dipintal adalah sekitar satu minggu, tapi pada kebanyakan industri rayon modern, waktu proses dapat dikurangi, sehingga proses dapat diselesaikan hanya dalam beberapa hari.

Untuk mencapai proses produksi yang efisien, efektif, ekonomis dan teratur diperlukan rencana-rencana ataupun perancangan-perancangan tertentu yang memungkinkan proses produksi berjalan sesuai dengan rencana produksi yang

telah direncanakan sebelumnya. Perancangan yang harus dipersiapkan sebelumnya antara lain adalah perancangan waktu proses, perancangan alur proses mesin dan operator/karyawan yang mengendalikan kegiatan mesin, perancangan dan pengendalian produk yang dihasilkan oleh setiap *output* mesin, serta perancangan ekonomis yang berkaitan dengan produk yang dihasilkan. Sehingga selanjutnya rencana perancangan tersebut dapat direalisasikan dan diuraikan untuk memproduksi sebuah produk seperti serat stapel rayon viskosa, berdasarkan prinsip-prinsip kualitas produk, ekonomis dan sisi humanitas.

Sehingga dapat dikatakan bahwasanya pemenuhan atas permintaan produk tekstil yang semakin meningkat baik secara umum maupun produk tekstil yang berasal dari serat sintetik secara khusus, merupakan salah satu faktor utama yang melatarbelakangi perancangan dan pembuatan produk berkualitas berupa serat stapel rayon viskosa ini.

1.2 Perumusan Masalah

Pada perancangan pabrik serat stapel rayon viskosa ini, yang menjadi rumusan masalahnya adalah bagaimana cara untuk menyelaraskan tahapan-tahapan pembuatan serat stapel rayon viskosa dimulai dari persiapan bahan baku (*raw material*) sampai pada proses akhir yaitu didapatkannya produk akhir beserta dengan produk samping dan eksekutif serta faktor-faktor pendukung lain yang terlibat pada saat proses tersebut berlangsung, dengan prinsip-prinsip atau rencana-rencana yang telah disusun sehubungan dengan memperoleh kualitas, efektifitas, efisiensi dan nilai ekonomis

yang optimal dari suatu produk akhir yang akan dihasilkan. Sehingga dapat memenuhi tujuan jangka panjang dari setiap industri yang didirikan yaitu ekspansi pabrik dan pengembangan produk ke bidang ataupun pasar yang lebih global.

1.3 Batasan Masalah

Luasnya bidang industri tekstil yang ada, khususnya untuk pengolahan rayon viskosa itu sendiri secara tidak langsung mengharuskan adanya pembatasan-pembatasan yang harus diambil terhadap jenis produk maupun proses yang akan dilakukan dalam suatu perancangan pabrik. Adapun batasan-batasan dalam perancangan pabrik tekstil ini adalah :

1. Kebutuhan bahan baku.
2. Kebutuhan akan mesin produksi.
3. Proses produksi.
4. Keperluan utilitas.
5. Manajemen perusahaan.
6. Evaluasi ekonomi

1.4 Tujuan Pra Perancangan

1. Untuk mengetahui langkah-langkah umum perancangan suatu pabrik tekstil secara teoritis.
2. Untuk mengetahui proses-proses produksi dalam suatu pabrik.

3. Untuk mengetahui perhitungan ekonomis dari suatu produksi produk pada pabrik.
4. Untuk dapat menghasilkan suatu produk berkualitas berupa serat stapel rayon viskosa secara teoritis, dengan mengikuti langkah-langkah pembuatan dan dengan memperhatikan faktor-faktor yang berkaitan secara langsung.

1.5 Manfaat Pra Perancangan

1. Menambah wawasan serta pengetahuan penyusun dengan cara mempraktekkan bidang ilmu yang telah didapat dalam penyusunan Pra Perancangan pabrik ini.
2. Agar penyusun lebih memahami dan mendalami maksud dan tujuan dari Pra perancangan ini agar dapat menjadi bekal pada dunia kerja kelak.

1.6 Tinjauan Pustaka

Proses pembuatan rayon biasa disebut pula dengan proses viskosa. Nama viskosa diambil dari kata "*viscous*" yang berarti lengket atau kental. Serat rayon viskosa menggunakan bahan baku selulosa yang diantaranya terkandung di dalam pulp kayu.

1.6.1 Selulosa

Keberadaan selulosa sebagai bahan umum yang berasal dari sel tumbuhan pertama sekali ditemukan oleh *Anselm Payen* pada tahun 1838. Walaupun pada

umumnya terdapat pada tumbuh-tumbuhan, selulosa juga diproduksi oleh beberapa bakteri.

Selulosa berupa polimer berantai panjang yang tersusun dari unit-unit glukosa, yang merupakan gula sederhana. Pada awal tahun 1900-an, selulosa diselidiki lebih jauh oleh *Cross* dan *Bevan*. Mereka memisahkan bahan-bahan yang terdapat pada tumbuhan mengandung selulosa dengan cara melarutkannya ke dalam larutan sodium hidroksida. Hasil yang didapat berupa residu yang tidak terlarut, dikenal sebagai selulosa- α , sedangkan material-material terlarut dinamakan selulosa- β dan selulosa- γ . Istilah selulosa yang dipakai sekarang mengacu kepada selulosa- α , sedangkan selulosa- β dan selulosa- γ , hanya merupakan gula sederhana dan karbohidrat.

Karena adanya ikatan hidrogen kuat yang kuat diantara rantai selulosa, selulosa tidak mudah meleleh ataupun larut pada solven-solven pada umumnya. Hal tersebut juga menyebabkan sulitnya transformasi serat pendek dari pulp kayu menjadi filamen kontinyu yang diperlukan untuk pembuatan sutera tiruan tanpa adanya proses-proses tertentu.

Bahan-bahan tekstil yang terbuat dari serat-serat selulosa memperlihatkan stabilitas dimensional yang cukup baik; tetapi dapat berkerut dengan mudah pada saat basah. Hal ini terjadi karena pada saat keadaan kering, rantai-rantai selulosa diikat oleh ikatan hidrogen. Dengan kata lain, ikatan hidrogen membentuk struktur *cross-link*. Pada saat bahan tekstil diberikan tegangan baik berupa puntiran ataupun

lipatan dalam keadaan kering, ikatan hidrogen *cross-link* akan menahan rantai tetap pada posisi sehingga menyebabkan kain/bahan tekstil tersebut kembali pada posisi semula ketika tegangan yang diberikan akhirnya dilepaskan. Tetapi pada saat bahan tekstil yang terbuat dari selulosa tersebut dikontakkan dengan air, molekul-molekul air akan masuk dalam ikatan hidrogen dan melakukan penetrasi di antara rantai-rantai selulosa. Hal tersebut efektif sekali dalam memutuskan struktur *cross-link*.

1.6.2 Sejarah Rayon

Proses pembuatan serat ataupun serat tiruan diprediksi oleh Robert Hooke, seorang peneliti alam berkebangsaan Inggris. Pada tahun 1840, sebuah alat penarik stapel sintetis melalui lubang yang kecil telah ditemukan. Pada tahun 1855, Georges Audemars seorang ahli kimia berkebangsaan Swiss menemukan cara membuat selulosa nitrat. Penemuan ini merupakan langkah awal menuju proses nitroselulosa pembuatan rayon. Hampir tiga puluh tahun kemudian, pada tahun 1884, *Count Hilaire de Chardonnet* memproduksi serat tekstil buatan dari nitroselulosa untuk pertama kalinya dan mempatenkannya, sehingga beliau dikenal sebagai "Bapak Industri Rayon".

Proses pembuatan viskosa ditemukan pada tahun 1892 oleh dua orang ahli kimia berasal dari Inggris, *Charles W. Cross* dan *E.J. Bevan*. Beberapa tahun kemudian, berbagai macam eksperimen dilakukan oleh beberapa firma dan akhirnya sebuah perusahaan Inggris mampu melakukan proses pemintalan serat rayon.

Penemuan-penemuan dan produksi rayon terus mengalami perkembangan dan pasang surut. Namun tetap eksis dengan adanya berbagai macam produk rayon yang bermacam-macam dengan nama produk yang bervariasi pula, dan terus berlangsung sampai sekarang.

1.6.3 Pembuatan Serat Stapel Rayon Viskosa

Rayon viskosa adalah selulosa yang ditimbulkan kembali atau dengan kata lain diregenerasi, dan berasal dari kayu sebagai bahan utama penyusunnya, yang biasa digunakan adalah pulp kayu.

Rangkaian proses umum pembuatan rayon viskosa beserta dengan reaksi kimianya adalah sebagai berikut :

- Selulosa dari kayu direaksikan dengan kostik soda akan membentuk soda selulosa



- Soda selulosa direaksikan dengan karbon disulfid, membentuk sodium selulosa xantat.



- Natrium selulosa xantat dilarutkan ke dalam kostik soda encer sehingga menghasilkan larutan viskosa kental.
- Larutan didiamkan (dimatangkan).
- Disemprotkan ke dalam asam sulfur yang dapat meregenerasi selulosa, dalam bentuk filamen yang panjang (rayon viskosa).
- Setelah itu, filamen tersebut dipotong dengan panjang tertentu sesuai dengan ukuran yang diinginkan, selanjutnya mengalami proses tambahan dan siap untuk melalui proses pengepakan.

Pertama-tama selulosa dibentuk menjadi lembaran-lembaran dan diolah dengan larutan kostik soda. Setelah beberapa lama lembaran-lembaran alkali selulosa tersebut dilewatkan pada proses *pressing*, sehingga beratnya menjadi tiga kali dari berat semula.

Lembaran-lembaran basah dari alkali selulosa kemudian dirubah menjadi serpihan-serpihan kecil dan dibiarkan terkena udara di dalam suatu wadah/tempat kecil selama satu setengah sampai tiga setengah hari. Pada periode ini, selulosa akan mengalami perubahan kimia yang menyebabkan molekul panjangnya menjadi lebih pendek dan larutan akhirnya akan mempunyai kekentalan yang memungkinkan untuk proses selanjutnya. Pada saat proses pemendekan ini telah mencapai panjang yang diinginkan, alkali selulosa diaduk bersama-sama dengan karbon disulfid. Remah/bubuk selulosa ini kemudian berubah warna menjadi kuning dan beberapa saat kemudian menjadi orange kemerah-merahan, terbentuklah selulosa xantat.

Selulosa xantat yang terjadi dilarutkan ke dalam larutan kostik soda dan menghasilkan larutan kental yang dinamakan *viscose*.

Viskosa yang barusan didapat tidak bisa langsung dipintal karena perubahan kimia tertentu masih terdapat di dalamnya, pemintalan dapat dilakukan hanya ketika proses mencapai tahap optimum dimana sifat-sifat terbaik serat akan didapatkan. Untuk mengatasi hal tersebut, viskosa tersebut mengalami perlakuan-perlakuan tertentu dan didiamkan serta dikondisikan pada suhu tertentu selama tiga sampai empat hari sampai hasil tes mengindikasikan bahwa tahap optimum telah dicapai.

Adapun tes yang dapat dilakukan secara umum ada dua macam tes, yaitu :

1. Tes Asam Asetat ; Larutan viskosa dimasukkan ke dalam 40% asam asetat. Apabila larutan viskosa tersebut terlarut ke dalam asam asetat tersebut, maka viskos belum dapat dipintal, namun apabila larutan viskosa membentuk endapan dan tidak terlarut, maka larutan viskos tersebut sudah siap dan dapat dipintal.
2. Tes Hottenroth (Amonium Klorida) ; 20 gram viskosa yang akan dites, dicampur dengan 30 cc air yang telah didistilasi, kemudian dengan menggunakan buret berpengaduk, larutan 10% amonium klorida dimasukkan ke dalam larutan viskosa. Tingkat kesiapan viskosa tersebut dapat dilihat dari jumlah larutan amonium klorida yang terpakai sehingga dapat membuat viskosa terkoagulasi ke dalam bentuk gelatin. Semakin kecil jumlah larutan amonium klorida yang terpakai, semakin siap viskosa itu dipintal.

Setelah melalui pengujian kekentalan tertentu yang bervariasi untuk setiap pabrik, dan kemudian dinyatakan dapat melalui proses berikutnya viskosa tersebut

dengan menggunakan *metering pump*, dilewatkan melalui penyaring (*candle filter*) untuk diteruskan ke spinneret yang tercelup di dalam bak koagulasi dan mengandung sodium sulfat, asam sulfur serta sedikit zat-zat koagulan seperti seng sulfat dan glukosa. Hasilnya berupa filamen yang lebih solid/padat. Filamen-filamen tersebut dibawa bersama-sama dalam bentuk serat melewati sebuah "mata". Pada tahap ini, koagulasi telah terjadi dengan sangat baik sehingga serat yang satu tidak lengket dengan serat yang lain. Serat kemudian dibawa melalui roda godet (*Godet Wheel*) dan kemudian dikumpulkan ke dalam pot centrifugal *Topham* yang berputar dengan cepat. Perjalanan serai baru tersebut memungkinkan terjadinya proses penarikan. Penarikan ini sangat penting untuk pembentukan sifat-sifat rayon, diantaranya kekuatan serat, elastisitas dan daya mulurnya. Di dalam pot centrifugal, serat tersebut terbentuk menjadi "cake" padat. Pada saat yang sama sejumlah twist juga diberikan pada serat.

Ketebalan atau denier dari serat rayon viskosa ini sangat ditentukan oleh rata-rata jumlah larutan viskosa yang dipompakan melalui spinneret, kecepatan permukaan dari Godet yang berputar dan diameter dari sejumlah lubang yang terdapat pada spinneret.

Untuk mengubah bentuknya dari serat panjang atau filamen menjadi stapel, setelah mengalami beberapa treatment tertentu, serat filamen tersebut dipotong-potong dengan panjang sesuai dengan rencana produksi yang telah ditetapkan, tergantung pula pada *end-use* (peruntukan akhir) dari serat rayon tersebut.

Selanjutnya serat stapel rayon viskosa tersebut dicuci, dikeringkan, dan dibentuk menjadi balle-balle yang siap untuk didistribusikan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas rayon viskosa adalah :

1. Temperatur dan komposisi dari bak koagulasi.
2. Kecepatan koagulasi.
3. Panjang pencelupan .
4. Kecepatan pemintalan.
5. Tarikan yang terjadi antara godet.

1.6.4 Sifat-sifat Rayon Viskosa

Pada umumnya serat rayon mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Daya serap yang tinggi.
2. Lembut dan nyaman dikenakan.
3. Mudah untuk diwarnai.
4. Mempunyai sifat *drape* yang cukup baik.

Adapun sifat-sifat rayon viskosa secara garis besar dapat dilihat sebagai berikut :

Kekuatan Tarik dan Daya Mulur. Pada umumnya kekuatan tarik dan daya mulur rayon viskosa cukup baik, kekuatan tariknya sekitar 2,6 gram/denier. jika dibandingkan dengan kekuatan tarik selulosa asetat sekitar 1,3 – 1,7 gram/denier. Kekuatan basah rayon viskosa sekitar 1,4 gr/denier. Daya mulur pada saat kering sekitar 15%, sedangkan pada saat basah sekitar 25%.

Kandungan Air (Moisture Content). Pada kondisi standar (RH 65% dan 70°F). kandungan air rayon viskosa adalah 12-13%. Semakin rendah kelembaban atmosfer semakin rendah pula kandungan air pada rayon viskosa.

Creep. Sifat elastisitas pada rayon tidak terlalu tinggi. Jika diregangkan kemudian dilepaskan dari regangan tersebut, rayon viskosa tidak akan kembali ke ukuran semula sepenuhnya. Fenomena ini digambarkan sebagai elastisitas yang tertunda (*delayed elasticity*), *creep*, ataupun plastisitas. Efek sifat ini akan terlihat pada saat proses penarikan yang dilakukan secara tiba-tiba, memungkinkan terjadinya ketegangan/efek tarikan terhadap serat secara permanen.

Densitas berat spesifik rayon viskosa adalah 1,52, termasuk tinggi jika dibandingkan dengan wol dan selulosa asetat yang mempunyai nilai sekitar 1,32.

Sifat Elektris. Karena mempunyai daya serap air yang tinggi, rayon bukan barang tekstil yang tepat untuk tujuan insulasi. Pada saat kering, rayon viskosa merupakan insulator yang cukup baik, tetapi kadar air yang terkandung di dalamnya mengurangi nilai penggunaan rayon viskosa untuk tujuan elektris.

Daya Cuci dan Kebersihan. Karena efek kehalusannya, serat rayon viskosa cocok digunakan untuk bahan-bahan yang memerlukan tingkat ke higienisan yang tinggi dan tidak mudah tertempel kotoran. Sebagian barang-barang tekstil berbahan rayon viskosa mudah dicuci, tergantung proses finishing yang diberikan. Rayon viskosa tidak akan berubah warna menjadi kuning apabila dicuci ataupun di-*dry cleaning*. Viskosa yang putih akan tetap putih tanpa perlu di-*bleaching*. Sebagian

rayon viskosa akan turun kekuatannya di saat basah, sehingga proses pencucian harus dilakukan dengan sangat berhati-hati.

Daya Tahan terhadap Cahaya. Apabila rayon viskosa diekspos pada sinar, akan terbentuk photoselulosa dan akan melemahkan kekuatan rayon viskosa. Kehilangan kekuatan yang dialami oleh rayon viskosa lebih kecil jika dibandingkan dengan yang terjadi pada sutra alami.

Daya Tahan terhadap Panas. Sifat tahan terhadap panas dan penyeterikan pada rayon viskosa cukup memuaskan, walaupun pada panas dan temperatur yang lama akan menyebabkan perubahan warna.

Sifat-sifat Kimia. Asam menyerang rayon viskosa lebih cepat dibandingkan pada kapas. Satu-satunya faktor utama yang mempengaruhi adalah temperatur. Larutan asam yang dingin biasanya tidak terlalu berpengaruh.

Reaksi terhadap alkali. Larutan alkali terkonsentrasi mempengaruhi dan dapat menghancurkan rayon viskosa. Sabun yang lembut dan air suam-suam kuku dapat digunakan untuk pencucian garment berbahan baku rayon viskosa.

Daya tahan Biologis. Jamur atau lumut akan melemahkan dan merubah warna rayon viskosa, larva ngengat dapat memakan rayon yang dicampur dengan wol, namun campuran rayon dan wol tersebut tidak dapat dicerna olehnya dan akan dikeluarkan lagi utuh tanpa ada perubahan. Tapi tidak semua barang-barang viskosa dapat diserang.

Daya Tahan terhadap Pemutihan. Natrium hypoklorit adalah bahan pemutih yang mempunyai hasil paling memuaskan untuk rayon viskosa. Potassium

permanganat dan sodium bisulfit juga biasa digunakan. Hidrogen peroksida dapat juga digunakan pada temperatur yang tidak lebih dari 55 °C.

Daya Tahan terhadap Keringat. Rayon viskosa relatif tahan terhadap kerusakan yang disebabkan karena keringat. Namun demikian, biasanya keringat sangat mempengaruhi warna, sehingga menyebabkan warna cepat menjadi pudar.

Pengaruh dari Radiasi Nuklir. Empat macam radiasi yang perlu diperhatikan adalah : *Partikel - α* , terdiri dari inti atom-atom helium berasal dari bahan radioaktif alami seperti radium. Partikel - α ini cukup berat dan mempunyai daya tembus yang kurang, hanya beberapa sentimeter di udara, karena itu partikel tersebut tidak akan menyebabkan kerusakan yang serius; karena partikelnya bermuatan positif dan ditolak oleh inti atom di dalam selulosa. Partikel-partikel tersebut akan merusak selulosa pada pencahayaan yang sangat tinggi, namun peristiwa perusakan itu akan berlangsung dengan perlahan.

Partikel - β , merupakan elektron berkecepatan tinggi bermuatan negatif, massanya rendah/ringan dan hanya mempunyai daya tembus yang terbatas. Partikel ini hanya mempunyai sedikit pengaruh pada serat, bahkan pada kenyataannya pengaruh partikel tersebut dapat diabaikan.

Sinar - γ , hampir sama dengan sinar-X dan sinar kosmis, mempunyai kekuatan penetrasi yang sangat baik dan dapat merusak jaringan tubuh binatang, menyebabkan pertumbuhan penyakit kanker dan juga dapat merusak serat. Dilakukan eksperimen penyinaran sinar γ , dari Cobalt 60 (radioisotop yang banyak mengandung emiter γ)

pada rayon viskosa cerah. Selama 42 jam kekuatan keringnya berkurang sampai lebih dari setengahnya.

Neutron, neutron adalah salah satu dari tiga elemen dasar pembentuk atom, dua elemen lain adalah proton dan elektron. Neutron mempunyai massa yang sama dengan proton namun tidak bermuatan dan mempunyai daya penetrasi yang kuat. Karena ini tidak bermuatan, maka neutron ini tidak ditolak untuk masuk ke dalam inti atom-atom tertentu dan dengan mudah menghancurkannya. Pada saat rayon viskosa dikenai neutron selama 26 jam, dimana $2,3 \times 10^{17}$ neutron mengenai tiap cm^2 dari rayon viskosa, maka radiasi tersebut akan menghancurkan seluruh kekuatan serat.

