**SINTESIS MEMBRAN NATA *ALOE VERA*-ETILENDIAMIN DAN KARAKTERISASINYA****EB Susatyo[✉] N Nurhayati**

Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel*Sejarah Artikel:*

Diterima Februari 2013

Disetujui Maret 2013

Dipublikasikan April 2013

*Keywords:**membrane**characterization;**membrane of nata *Aloe***vera-ethylenediamine (nata-en)***Abstrak**

Serat yang terkandung di dalam nata *Aloe vera* adalah selulosa sehingga dapat digunakan dalam sintesis membran. Telah dilakukan penelitian tentang sintesis membran nata *Aloe vera*-etilendiamin (nata-en) menggunakan sistem vakum cair. Proses preparasi membran berlangsung melalui tiga tahap, yaitu preparasi nata *Aloe vera*, aktivasi menggunakan asam sulfat, dan modifikasi dengan menggunakan etilendiamin. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari teknik dalam sintesis membran nata-en kemudian melakukan karakterisasi untuk mengetahui karakter strukturnya. Hasil penelitian menunjukkan perilaku yang berbeda dalam hal sifat mekanik dan strukturnya. Membran nata murni memiliki sifat mekanik yang kuat, nata teraktivasi cenderung rapuh, sedangkan nata-en bersifat liat. Spektra infra merah dari ketiga tipe membran (nata murni, nata teraktivasi, dan nata-en) secara umum tidak mengalami perubahan yang signifikan, hanya terjadi pergeseran panjang gelombang dari masing-masing membran. Berdasarkan spektra infra merah dapat diketahui bahwa masing-masing membran mempunyai gugus hidroksil, tetapi serapannya semakin melebar untuk setiap membran. Gugus alkil dan karboksil juga masih tampak, namun pada membran nata teraktivasi serapannya berkurang, sedangkan pada membran nata-en muncul puncak baru yang menunjukkan adanya gugus amin. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi ikatan antara nata dengan etilendiamin.

Abstract

Fibers contained in nata *Aloe vera* is cellulose that can be used in the synthesis of membrane. The research has done on the synthesis of nata *Aloe vera*-ethylenediamine (nata-en) membrane by using liquid vacuum system. Membrane preparation process consisted of three stages, they are nata *Aloe vera* preparation, activation using sulfuric acid, and membrane modification by using ethylenediamine. The purpose of research is to study the technique of nata-en membrane synthesis then to perform the characterization to determine the character of their structure. The results showed a different behavior in terms of mechanical properties and structure. The membrane of pure nata had strong mechanical properties, while the membrane of activated nata tended to be fragile, while the nata-en membrane was loamy. The infrared spectra of the three types of membranes (from pure nata, activated nata, and nata-en) generally did not change significantly, there was only a shift of the wavelength of each membrane. Based on the infrared spectra, it can be seen that each membrane has a hydroxyl group, but there was widened absorption for each membrane. Alkyl and carboxyl groups are still visible, although the activated nata membrane absorption is reduced, while in the nata-en membrane it was founded a new peak that indicated the presence of amine groups. This proves that there has been a bond between nata with ethylenediamine.

© 2013 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lantai 2, Kampus Unnes Sekaran,

Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: kimia_eko@yahoo.com

ISSN 0215-9945

Pendahuluan

Secara kimiawi, serat yang terkandung di dalam Nata *Aloe vera* adalah selulosa. Studi mengenai selulosa sangat luas baik terhadap senyawaan selulosa itu sendiri maupun terhadap senyawa-senyawa turunannya. Studi tersebut meliputi karakterisasi struktur, modifikasi, sampai studi mengenai aplikasi dan pengembangan senyawaan selulosa.

Dalam bidang aplikasi, senyawaan selulosa telah banyak digunakan untuk formulasi pasta gigi, cat, tinta, tekstil, dan kertas. Selain itu senyawaan selulosa dan berbagai jenis senyawa turunannya telah banyak digunakan dalam industri obat-obatan, industri semen (bahan bangunan), dan juga pada industri pengeboran minyak. Senyawa turunan selulosa juga dapat digunakan sebagai penyerap dalam popok bayi serta digunakan untuk media filtrasi (Baldwin 1995).

Sato *et al.* (1988) telah mengembangkan senyawaan selulosa yang dapat menghasilkan aktivitas redoks spesifik dengan memodifikasi senyawa tersebut sedemikian rupa sehingga memiliki gugus yang bermuatan. Dalam perkembangan di bidang kimia analitik, utamanya pada bidang sensor, senyawaan selulosa dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan elektroda selektif ion atau *ion selective electrode* (ISE). Saat ini, selulosa asetat telah banyak digunakan sebagai bahan pembuat membran elektroda selektif ion. Dalam hal ini, selulosa asetat bertindak sebagai matriks (material pendukung) dalam fabrikasi sensor kimia untuk mendeteksi suatu molekul.

Beberapa studi terhadap selulosa nata diantaranya telah dilaporkan, tetapi selama ini hanya terbatas pada nata *de Coco* saja, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap nata *Aloe vera* mengingat memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Iguchi (2000), dapat diketahui bahwa struktur kristal nata *de Coco* sama dengan struktur kristal yang dimiliki oleh selulosa tumbuhan. Sedangkan untuk nata *Aloe vera* belum diketahui apakah struktur kristalnya mirip dengan selulosa tumbuhan atau tidak. Informasi tersebut tentunya dapat dijadikan pedoman untuk pengembangan

lebih lanjut terhadap senyawaan selulosa, utamanya yang berasal dari nata *Aloe vera*.

Nata *Aloe vera* merupakan salah satu alternatif bagi penyediaan selulosa. Bahan ini lebih mudah diperoleh, dibuat, dan diolah dengan biaya produksi yang lebih murah. Studi terhadap nata *Aloe vera* untuk berbagai bidang aplikasi sangat diperlukan, sehingga meningkatkan nilai tambah bagi produk nata *Aloe vera*.

Menurut laporan Panggabean (2004), seorang peneliti dan pemerhati tanaman obat mengatakan bahwa kemampuan lidah buaya tak lain karena tanaman ini memiliki kandungan nutrisi yang cukup bagi tubuh manusia. Hasil penelitian lain terhadap lidah buaya menunjukkan bahwa karbohidrat merupakan komponen terbanyak setelah air, yang menyumbangkan sejumlah kalori sebagai sumber tenaga. Oleh karena itu studi modifikasi terhadap struktur nata *Aloe vera* perlu dilakukan. Gel lidah buaya mengandung beberapa jenis monosakarida dan polisakarida yaitu selulosa, manosa, glukosa, aldonsosa, dan rhamnosa. Monosakarida dan polisakarida tersebut akan membentuk mukopolisakarida (MPS). Keunikan dari MPS yang terdapat pada *Aloe vera* adalah mempunyai rantai gula yang panjang dan tidak dapat dipecah atau terpecah. Sehingga dalam memproses lidah buaya perlu dilakukan dengan hati-hati agar kandungan mukopolisakaridanya tidak hilang.

Sifat-sifat polimer selulosa biasanya dipelajari dalam keadaan larutan menggunakan pelarut tertentu. Pelarut-pelarut selulosa yang paling penting adalah kompleks logam basa organik, misalnya cupri etilendiamin (CED) dan cadmium etilendiamin (Kadoksena). Selulosa yang terdapat dalam membran nata *Aloe vera* dimodifikasi dengan etilendiamin. Pada umumnya, modifikasi struktur selulosa dilakukan untuk meningkatkan sifat fisik dan ketahanan selulosa terhadap bahan-bahan kimia (Fengel 1995). Lokhande & Thakare (1990) telah melakukan pembentukan kompleks selulosa-etilendiamin melalui sistem fasa cair maupun fasa gas tetapi kompleks yang terbentuk sangat mudah terdegradasi pada berbagai sistem cairan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Piseshidarta (2002) dapat diketahui bahwa struktur nata *de Coco* yang telah dimodifikasi dengan etilendiamin

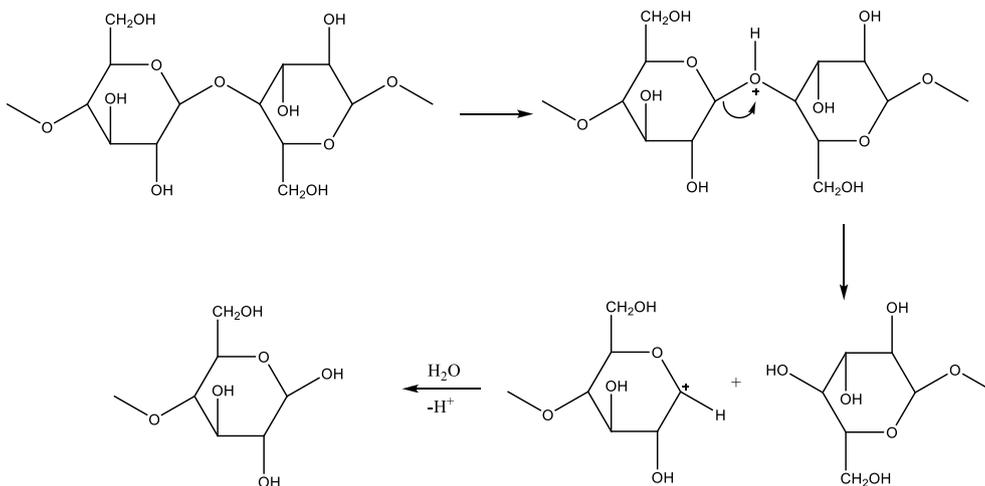
memiliki sifat mekanik yang berbeda yaitu bersifat liat. Sedangkan untuk nata *Aloe vera* studi modifikasinya belum banyak dilakukan.

Dalam tulisan ini, dipelajari bagaimana karakter nata *Aloe vera* setelah mengalami proses preparasi menjadi membran dan apakah akan terjadi perubahan pada struktur polimer selulosanya. Proses preparasi membran berlangsung melalui tiga tahap, yaitu: preparasi nata *Aloe vera*, aktivasi menggunakan asam sulfat, dan modifikasi menggunakan etilendiamin.

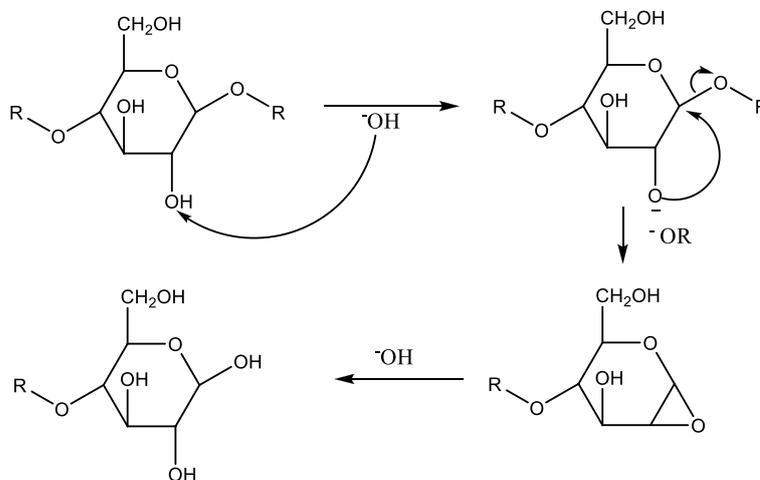
Di dalam media yang bersifat asam, selulosa dapat mengalami reaksi hidrolisis, baik secara total maupun parsial. Reaksi hidrolisis tersebut melibatkan proses pemecahan ikatan glikosida sehingga menghasilkan satuan-satuan glukosa. Pada tahap awal reaksi ini, ion H^+ (proton) akan menyerang atom oksigen pada ikatan glikosida.

Langkah ini diikuti dengan pemecahan ikatan C-O yang berlangsung dalam proses yang lambat. Selanjutnya akan terbentuk zat antara karbokation siklik dan segera bereaksi dengan molekul air membentuk produk akhir yang stabil disertai pelepasan proton. Mekanisme reaksi hidrolisis asam dinyatakan dalam Gambar 1.

Di dalam media yang bersifat basa, selulosa juga dapat mengalami berbagai macam reaksi. Salah satu macam reaksi yang dapat berlangsung adalah reaksi degradasi ujung seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Proses degradasi tersebut akan menyebabkan pemutusan ikatan glikosida seperti halnya reaksi hidrolisis dalam media asam. Proses pemecahan ikatan glikosida dalam media basa cenderung pada laju yang lebih lambat bila dibandingkan dengan proses pemecahan dalam media asam (Fengel 1995).



Gambar 1. Mekanisme reaksi hidrolisis selulosa dalam kondisi asam



Gambar 2. Mekanisme reaksi hidrolisis selulosa dalam kondisi basa

Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain blender, nampan plastik, *hot plate*, mikrometer, neraca analitik, *stirrer magnetic*, *stopwatch*, pH meter, kertas saring *Whatman*, press kaca, spektroskopik 20 merk *Shimadzu*, spektrofotometer FTIR 5300 Merk *Jasco*, beaker glass, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, pengaduk, labu ukur, termometer, refrigerator dan pisau. Sedangkan Bahan yang digunakan antara lain daun lidah buaya, air, NaCl, asam sitrat, larutan NaOH 2%, etanol, asam sulfat, etilendiamin monohidrat dan air.

Pembuatan nata *Aloe vera* diawali dengan mengupas daun lidah buaya dan mengambil gelnya. Gel yang didapat kemudian direndam sehingga menjadi nata *Aloe vera*, kemudian dipotong-potong.

Preparasi membran nata *Aloe vera* diawali dengan mendegradasi secara mekanik nata *Aloe vera* basah, kemudian mencetaknya sebagai membran dengan sistem vakum (sebagai nata murni). Pemuatan membran nata teraktivasi dilakukan dengan menambahkan H₂SO₄ 2M pada nata *Aloe vera* basah dan mencetaknya sebagai membran dengan sistem vakum. Membran nata-en dibuat dengan mengganti H₂SO₄ dengan etilendiamin dan pencetakan dilakukan dengan cara yang sama.

Ketiga membran yang dihasilkan masing-masing dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR untuk mengetahui struktur ikatannya.

Hasil Dan Pembahasan

Pembuatan Nata *Aloe vera*

Nata *Aloe vera* yang telah terbentuk dipotong-potong menjadi bentuk kubus, kemudian dicuci dengan air dan diuji pH-nya. Tujuan pencucian ini adalah untuk membersihkan nata *Aloe vera* dari pengotor yang tersisa pada proses pembuatan, baik saat disimpan di dalam pendingin maupun ketika direndam dalam larutan. Selanjutnya nata *Aloe vera* dibilas berulang kali menggunakan larutan NaOH 2 %. Tujuan dari proses ini adalah untuk membengkakkan selulosa yang terdapat dalam nata *Aloe vera*. Selulosa akan membengkak dalam larutan-larutan elektrolit

karena penetrasi ion-ion terhidrat yang membutuhkan lebih banyak ruangan daripada molekul-molekul air. Bahan pembengkakan ini akan membentuk kompleks dengan selulosa, yang menyebabkan pemecahan ikatan-ikatan yang berdekatan dan pemisahan rantai-rantai sehingga terjadi pelarutan sedikit demi sedikit. Setelah melalui tahap ini, selanjutnya nata *Aloe vera* dicuci lagi dengan air dan diuji pH-nya. Pada tahap akhir nata *Aloe vera* dicuci menggunakan etanol. Tujuan pencucian ini adalah untuk menggantikan molekul air yang terperap di dalam pori-pori nata serta mencegahnya agar tidak kembali.

Preparasi Membran Nata-en

Preparasi membran nata *Aloe vera*-etilendiamin (Nata-en) dilakukan melalui tiga tahap meliputi preparasi nata *Aloe vera*, aktivasi nata menggunakan asam sulfat, dan modifikasi menggunakan etilendiamin. Metode ini merujuk pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada nata *de Coco* (Zulfikar 2001). Dalam metode ini, membran dipreparasi menggunakan sistem vakum cair.

Pada tahap pertama, nata *Aloe vera* dihancurkan secara mekanik menggunakan blender. Degradasi mekanik ini dimaksudkan untuk memperluas permukaan nata dalam melangsungkan interaksi dengan reaktan-reaktan. Degradasi mekanik nata *Aloe vera* akan mengakibatkan terjadinya fibrilasi rantai linier selulosa nata. Proses ini yang menyebabkan peningkatan luas permukaan nata *Aloe vera* sehingga meningkatkan peluangnya untuk mengadakan interaksi dengan reaktan. Hasil dari tahap ini secara kualitatif ditunjukkan oleh sifat mekaniknya yang kuat. Kekuatan mekanik yang dimiliki oleh membran nata murni dikontribusi oleh adanya keteraturan struktur rantai linier selulosa nata serta adanya ikatan hidrogen intraseluler maupun ekstraseluler.

Pada tahap kedua, nata *Aloe vera* diaktivasi menggunakan asam sulfat. Parameter yang diamati dalam tahap ini adalah waktu reaksi. Variasi waktu yang diamati yaitu 20, 30, 40, dan 50 menit. Selama proses aktivasi, terjadi reaksi hidrolisis selulosa nata menghasilkan rantai-rantai selulosa nata yang lebih pendek. Reaksi ini juga menghasilkan gugus-gugus hidroksil bebas akibat adanya proses

pemecahan ikatan-ikatan hidrogen intraseluler maupun ekstraseluler dari nata *Aloe vera*.

Reaksi hidrolisis dimulai dengan adisi proton yang cepat pada atom oksigen aglikon diikuti dengan pemecahan yang lambat dari asam konjugasi menjadi ion karbonium siklis. Setelah adisi air yang cepat, maka glukosa dilepaskan. Gugus-gugus karboksil yang terikat pada rantai polisakarida mempunyai pengaruh besar pada laju hidrolisis asam, hal itu mungkin disebabkan oleh interaksi sterik, meskipun juga ada pengaruh-pengaruh induktif yang harus dipertimbangkan. Mekanisme reaksi hidrolisis selulosa nata pada suasana asam, kurang lebih berlangsung seperti mekanisme reaksi hidrolisis selulosa lainnya sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Secara kualitatif, hasil tahap ini menunjukkan sifat mekanik yang rapuh. Selulosa nata yang teraktivasi bersifat rapuh, karena mengalami degradasi struktur pada saat berlangsungnya reaksi hidrolisis. Pada proses aktivasi rantai selulosa akan mengalami pemotongan menjadi bagian-bagian yang lebih pendek dan ikatan hidrogen juga terdegradasi oleh asam sulfat.

Tahap akhir modifikasi adalah proses reaksi nata *Aloe vera* dengan etilendiamin. Hasil reaksi ini diprediksikan mampu menghasilkan kompleks nata-etilendiamin (nata-en) yang bersifat aktif sebagai material pengikat ion logam. Reaksi antara selulosa nata dengan etilendiamin diperkirakan dapat berlangsung melalui aktifitas gugus hidroksil dari selulosa nata dan gugus amina dari etilendiamin dengan bantuan aktivator asam. Pada tahap akhir ini, faktor yang diamati dalam penelitian adalah konsentrasi etilendiamin. Konsentrasi etilendiamin yang digunakan yaitu 1; 1,5; 2 dan 2,5 M.

Secara kualitatif, hasil tahap ini menunjukkan sifat mekanik membran yang sangat kuat, lebih kuat dibandingkan dengan membran nata murni maupun membran nata teraktivasi. Akan tetapi, data spektra IR tidak dapat menunjukkan bahwa proses reaksi antara nata *Aloe vera* dan etilendiamin berlangsung sesuai dengan mekanisme yang telah diprediksikan, dimana serapan gugus ikatan C-N pada daerah bilangan gelombang 910 cm^{-1} tidak muncul.

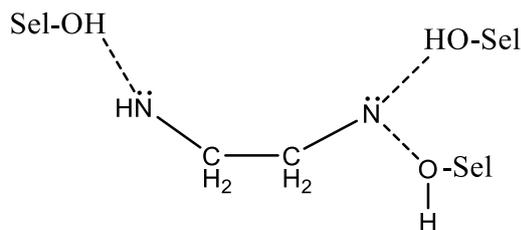
Hasil ini menyarankan reaksi antara nata *Aloe vera* dan etilendiamin berlangsung melalui penataan ulang rantai selulosa nata oleh etilendiamin dengan jalan pembentukan ikatan hidrogen yang lebih intensif. Penataan ulang ini dikontribusi oleh gugus hidroksil nata dan gugus amina dari etilendiamin. Mekanisme penataan ulang satuan selulosa nata rantai pendek oleh etilendiamin dapat dijelaskan dalam Gambar 2.

Proses tersebut dapat berjalan karena struktur ruang nata *Aloe vera* menjadi terbuka akibat aktivasi oleh asam sulfat. Sehingga jaringan molekul nata *Aloe vera* sangat mudah dimasuki oleh molekul etilendiamin. Ketika molekul etilendiamin masuk ke dalam struktur nata *Aloe vera*, maka pembentukan ikatan hidrogen mulai berlangsung. Pembentukan ikatan hidrogen dalam proses modifikasi nata *Aloe vera* menggunakan etilendiamin ini merupakan proses yang paling mudah berlangsung karena tidak membutuhkan energi pembentukan yang tinggi. Secara umum, energi pembentukan ikatan hidrogen berkisar antara 25-40 kJ/mol. Ikatan hidrogen yang terbentuk antara gugus hidroksil memiliki energi ikatan rata-rata 26 kJ/mol, sedangkan ikatan hidrogen yang terbentuk antara gugus hidroksil dan gugus amina memiliki energi ikatan rata-rata 36 kJ/mol (Isaacs 1996). Hal ini memberikan pemahaman mengenai kekuatan membran nata-en yang lebih liat daripada nata murni maupun nata teraktivasi.

Setelah melalui tahap preparasi, kemudian membran-membran tersebut siap dicetak sesuai dengan tiga tahap modifikasi, masing-masing yaitu membran nata *Aloe vera* murni (membran jenis 1) yang diperoleh dari hasil degradasi mekanik nata *Aloe vera*, membran nata teraktivasi (membran jenis 2) disiapkan dari membran jenis 1 yang telah direaksikan dengan asam sulfat dan membran nata-en (membran jenis 3) diperoleh dari membran jenis 2 yang telah direaksikan dengan etilendiamin.

Setiap jenis membran dicetak menggunakan sistem vakum cair, dalam sistem tersebut larutan bahan (nata *Aloe vera*) dilewatkan penyaring secara perlahan sehingga diperoleh membran dengan permukaan yang homogen. Membran akan terbentuk setelah komponen cairan dari larutan bahan melewati penyaring dan komponen bahan

yang tertahan oleh penyaring. Bahan yang tertahan oleh kertas saring dicetak menggunakan plat kaca yang diberi beban, tetapi bebannya tidak boleh terlalu berat sehingga dapat merusak membran yang dicetak. Waktu pencetakan kurang lebih 24 jam dan dikeringkan pada suhu 50-60°C.

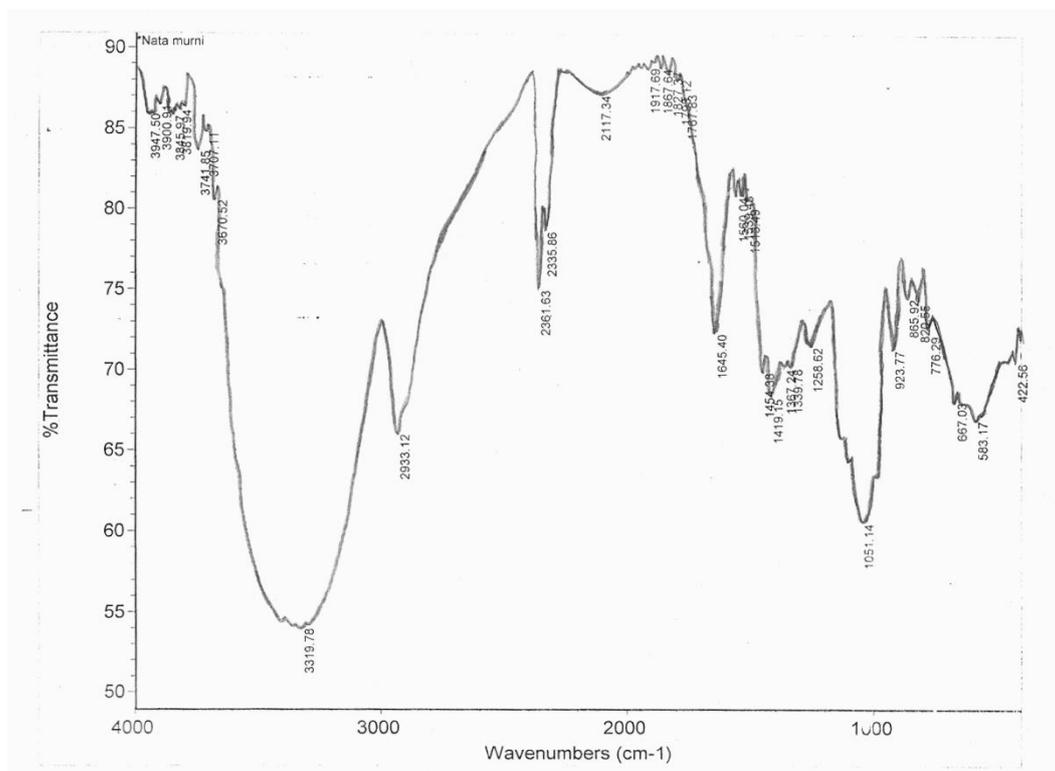


Karakterisasi Membran secara Spektroskopi

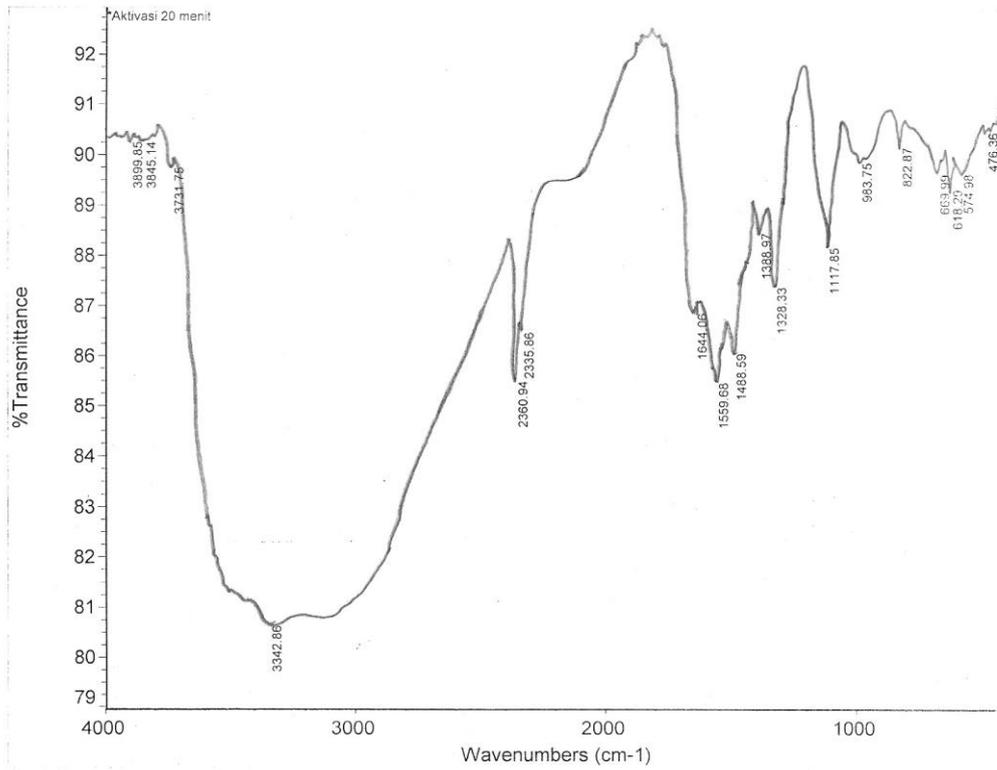
Masing-masing jenis membran yaitu nata murni, nata teraktivasi, dan nata-en dikarakterisasi menggunakan metode spektroskopi inframerah. Karakterisasi inframerah dilakukan dengan spektrofotometer FT-IR 5300 Jasco. Membran dibuat *pellet* dengan kristal KBr dan dibaca pada daerah bilangan gelombang 400-4000 cm⁻¹. Metode karakterisasi ini digunakan untuk mempelajari perubahan struktur nata *Aloe vera* dalam setiap tahap proses modifikasi. Secara umum, tidak ada perubahan yang signifikan pada spektra IR setiap tahap modifikasi. Spektra IR yang dihasilkan seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Mekanisme penataan ulang rantai selulosa pendek oleh molekul etilendiamin (Piseshidarta 2002)

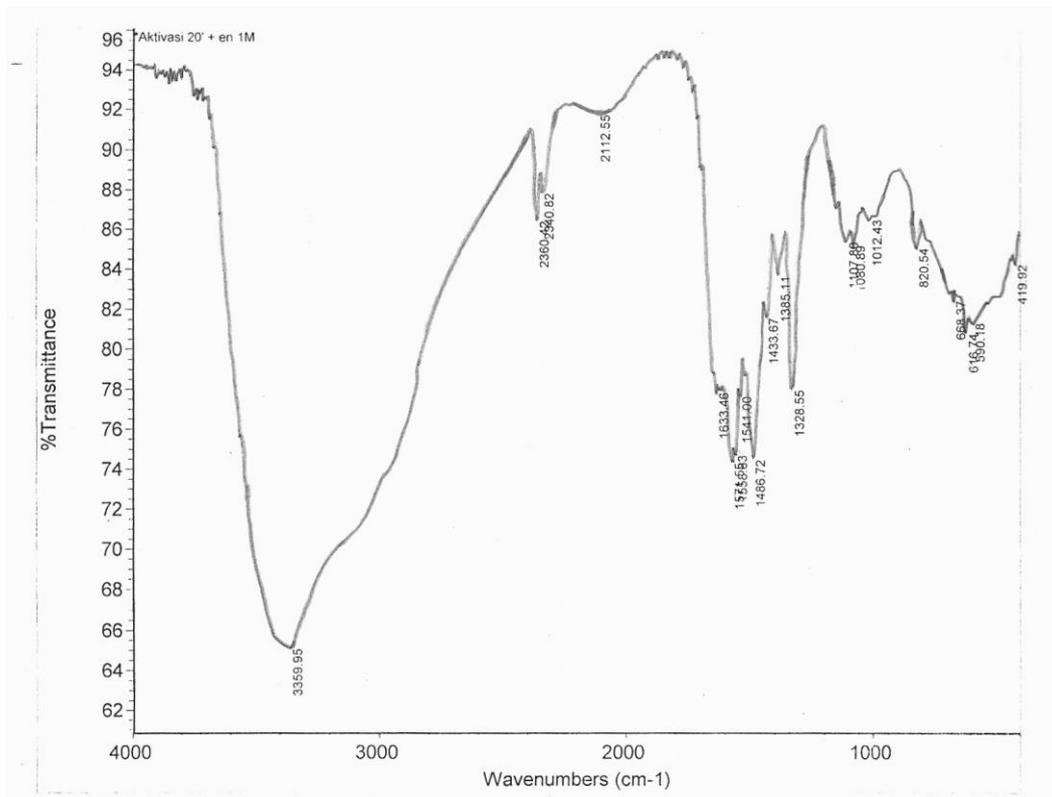
Spektra dari nata-en tidak menunjukkan adanya serapan gugus C-N pada daerah sekitar 910 cm⁻¹ (James 1988) yang menjadi indikator bahwa ikatan kovalen antara nata dengan etilendiamin terbentuk selama proses modifikasi. Berdasarkan hasil ini disimpulkan bahwa pada tahap akhir modifikasi, molekul etilendiamin hanya terperangkap di dalam struktur jaringan selulosa nata dan berinteraksi melalui pembentukan ikatan hidrogen secara lebih intensif sehingga menghasilkan nata-en yang rapat dan liat. Hasil ini sekaligus mengindikasikan bahwa proses reaksi antara etilendiamin dengan nata *Aloe vera* tidak berlangsung seperti yang telah diperkirakan sebelumnya.



Gambar 4. Spektra IR nata *Aloe vera* murni



Gambar 5. Spektra IR nata *Aloe vera* teraktivasi asam sulfat 2 M



Gambar 6. Spektra IR nata *Aloe vera* termodifikasi dengan etilendiamin

Dari spektra IR yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa nata murni berkaitan dengan transisi elektronik dari gugus-gugus hidroksil dalam nata *Aloe vera*. Transisi elektronik ini membutuhkan energi yang tinggi karena keberadaan ikatan hidrogen antara gugus hidroksil nata memperkuat lingkungan elektronik yang menyusun jaringan selulosa nata relatif sangat stabil. Eksitasi elektron pada nata murni sesuai dengan transisi $n \rightarrow \sigma^*$ dari elektron-elektron pada ikatan O-H gugus hidroksil nata. Pada nata teraktivasi masih berhubungan dengan transisi elektronik dari gugus hidroksil nata. Akan tetapi absorpsi yang dihasilkan pada nata teraktivasi terjadi pada panjang gelombang yang lebih panjang daripada absorpsi dari nata murni. Artinya spektra nata teraktivasi mengalami pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih panjang. Hal ini menunjukkan bahwa absorpsi nata teraktivasi relatif berlangsung pada energi yang lebih rendah karena absorpsi tersebut dihasilkan dari elektron-elektron gugus hidroksil bebas dalam nata teraktivasi. Hasil ini memperkuat adanya perubahan yang terjadi pada spektra IR antara nata murni dan nata teraktivasi, utamanya dalam hal lebar pita serapan di daerah gugus hidroksil. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses aktivasi, degradasi ikatan hidrogen nata berlangsung lebih efektif.

Dalam nata-en, terjadi pergeseran panjang gelombang ke arah yang lebih panjang. Hal itu karena keberadaan etilendiamin yang masuk ke dalam struktur nata. Etilendiamin bertindak sebagai gugus penyerap warna (kromofor) yang dimiliki oleh gugus amina dalam molekul etilendiamin dan menimbulkan pergeseran panjang gelombang ke arah yang lebih panjang. Sehingga menyebabkan absorpsi nata-en relatif berlangsung pada energi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nata teraktivasi. Sedikit perbedaan puncak absorpsi yang dihasilkan pada nata-en dengan variasi konsentrasi etilendiamin, terjadi akibat pengaruh perbedaan jumlah molekul etilendiamin yang dapat diikat oleh nata.

Penutup

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa pembuatan membran nata-en telah berhasil dilakukan dengan membandingkannya dengan membran nata murni dan nata teraktivasi. Membran nata murni memiliki sifat mekanik yang kuat, nata teraktivasi cenderung rapuh, sedangkan nata-en bersifat liat. Hasil karakterisasi IR menunjukkan bahwa spektra infra merah dari ketiga membran tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Masing-masing membran mempunyai gugus hidroksil, tetapi serapannya semakin melebar untuk setiap membran. Gugus alkil dan karboksil juga masih tampak, namun pada membran nata teraktivasi serapannya berkurang, sedangkan pada membran nata-en muncul puncak baru yang menunjukkan adanya gugus amina. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi ikatan antara nata dengan etilendiamin.

Daftar Pustaka

- Baldwin SD. 1995. *Plastics, Rubber, and Paper Recycling. A Pragmatic Approach*, American Chemical Society. Washington DC
- Pisesidharta E. 2002. *Preparasi Membran Nata de Coco-Etilendiamin dan Studi Karakteristik Pengikatannya terhadap Ion Cu^{2+}* . Jember: Unjem
- Fengel W. 1995. *Kayu*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Panggabean F. 2002. *Khasiat Tanaman Lidah Buaya*. Jakarta
- Iguchi M. 2000. *Review bacterial cellulose a masterpiece of nature's arts. J Mater Sci* 35: 1-10
- Isaacs N. 1996. *Physical Organic Chemistry*, 2nd edition. Singapore: Longman
- James ED. 1988. *Spectrometry Chemical Analysis*. England: Ellis Horwood-Prentice Hall
- Lokhande & Thakare. 1990. Formation of ethylene diamine - cellulose complexes by vapor phase treatment. *J Polym Sci, Part C: Polym Lett* 28: 21-23
- Sato T & Takeshi E. 1988. Preparations of cellulose derivatives containing the viologen moiety. *J Polym Sci, Part C: Polym Lett* 26: 341-345
- Zulfikar 2001. Surface study of pure and hydrolyzed nata de coco membrane. *Jurnal Agribisnis* 5: 18-26