

PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI KULIT BUAH PINANG (ARECA CATECHU)

Revita Arendri Vashti*, Ikhwanul Muslim, Nurul Widji Triana

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur
60249, Indonesia

*Email: 19031010051@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Buah pinang memiliki banyak manfaat, sedangkan kulit buah pinang hanya dibuang sebagai limbah. Salah satu penggunaan selulosa dalam jumlah yang relatif besar yang ditemukan dalam kulit pinang adalah produksi selulosa asetat. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh selulosa asetat dari kulit buah pinang dan mencari kondisi terbaik berdasarkan variasi waktu asetilasi dan volume asam asetat glacial. Dua langkah terlibat dalam konversi selulosa menjadi selulosa asetat yaitu selulosa pertama kali diisolasi, dan kemudian diasetilasi. Produksi selulosa terjadi pada awalnya, diikuti dengan pemurniannya. Selulosa dipecah menjadi asam fosfat pada langkah berikutnya, di mana ia diasetilasi dengan asam asetat glacial, dan hasilnya diperoleh kembali melalui penyaringan dan pengeringan. Penelitian dilakukan menggunakan pengaruh waktu asetilasi 5, 10, 15, 20, dan 25 menit dengan pemberian volume asam asetat glacial 98% sebanyak 20 ml, 40 ml, 60 ml, 80 ml dan 100 ml terhadap kadar asetil dari selulosa asetat. Dari hasil penelitian ini didapat kadar asetil terbesar adalah 28,09% pada waktu asetilasi 15 menit dengan pemberian volume asam asetat glacial 60 ml.

Kata kunci: asetilasi; kulit buah pinang ; selulosa asetat

1. PENDAHULUAN

Pinang merupakan salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan dan memiliki nilai ekspor. Buah dan biji pinang sering dimanfaatkan sebagai makanan, bahan baku industri bahkan obat. Bagian buah pinang yang biasanya dimanfaatkan hanya bagian biji saja sedangkan serat buah pinang belum dimanfaatkan dan biasanya hanya dibakar saja. Mengingat belum banyak komposit yang mengandung serat pinang, pemanfaatan serat alam yang satu ini saat ini terus dikembangkan. (Dwisa & Mahyudin, 2021). Saat ini produk yang terbuat dari sabut pinang hanya berupa kuas untuk membuat sketsa atau alis. Menurut (Amri et al., 2017), sekitar 60-80% dari keseluruhan pohon pinang, paling banyak dimanfaatkan adalah bagian buahnya. Karena produksi yang melimpah dari kulit pinang, dibutuhkan proses pengolahan agar dapat dijadikan produk bernilai ekonomi tinggi sambil meminimalkan dampak lingkungan.

Serat kulit buah pinang merupakan limbah pertanian, yang tidak berkontribusi pada perekonomian pinang perkebunan. Serat kulit pinang tidak beracun dan ramah lingkungan bahan. Limbah kulit buah pinang yang akan dimanfaatkan yaitu kandungan selulosanya. Menurut penelitian (Dwisa & Mahyudin, 2021).

serat buah pinang mengandung 57,35% sampai 58,21% selulosa. Penelitian (Tamiogy et al., 2019) menyatakan selulosa yang dihasilkan kulit atau serat pinang ini memiliki potensi untuk dijadikan selulosa asetat. Selulosa merupakan suatu jenis polisakarida yang terdiri dari anhidroglukosa dan memiliki rumus empiris $C_6H_{10}O_5$. Senyawa ini menjadi komponen kunci dalam struktur dinding sel tumbuhan. Selulosa diekstraksi dari sumber alami yang telah dimurnikan, dan proses ini disebut sebagai regenerasi selulosa (Ullmann, 1986).

Kehadiran kandungan selulosa ini menjadi fokus penelitian ini sebagai materi pokok untuk menghasilkan selulosa asetat. Hasil dari reaksi ini bisa diproses menjadi serat yang bisa digunakan dalam industri tekstil, sebagai penyaring dalam rokok, bahan bioplastik, dan juga dapat diubah menjadi membran semipermeabel. Penerapan terkini dari selulosa asetat telah berkembang menjadi substrat yang cocok untuk pertukaran ion serta untuk memobilisasi katalis (Lewin, 2007).

Selulosa mengandung tiga gugus hidroksil pada setiap residu anhidroglukosa, memungkinkannya untuk mengalami berbagai reaksi kimia, termasuk esterifikasi dan eterifikasi. Contohnya, terjadi ketika selulosa

mengalami esterifikasi menggunakan anhidrida asam asetat, menghasilkan senyawa yang dikenal sebagai selulosa asetat. Dalam reaksi ini, gugus hidroksil pada selulosa berinteraksi dengan anhidrida asam asetat, membentuk ikatan ester yang mengubah sifat dan karakteristik kimia selulosa, membuka peluang baru dalam berbagai aplikasi yang praktis.

Selulosa Asetat adalah sebuah ester organik yang terbentuk dalam bentuk padatan tak berbau, non-toksik, tanpa rasa, dan berwarna putih. Esternya dihasilkan melalui reaksi selulosa dengan bantuan asam sulfat sebagai katalisator (Kroschwitz 1990). Selulosa Asetat memiliki sifat ketahanan terhadap pembakaran yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan selulosa nitrat (Fengel & Wegener 1984), sehingga menjadi pilihan yang lebih diutamakan. Kandungan asetil dalamnya adalah indikator kuantitas asam asetat yang telah mendaftar sebagai ester pada struktur selulosa, dan faktor ini akan menentukan derajat penggantian (DS) yang diberikan. Semakin tinggi kadar asetil semakin tinggi pula derajat substitusinya. Hubungan antara derajat dengan kadar asetil dapat dilihat di table 1.

Tabel 1. hubungan antara derajat substitusi selulosa asetat, kadar asetil dan aplikasinya (Fengel & Wegener 1984)

Derajat Substitusi	Kadar asetil (%)	Aplikasi
0.6-0.9	13.0-18.6	-
1.2-1.8	22.2-32.2	plastik
2.2-2.7	36.5-42.2	benang, film
2.8-3.0	43.0-44.8	kain, pembungkus

Metode produksi selulosa asetat adalah sebagai berikut:

Proses Cellanase: Asam asetat anhidrat sebagai acetylating agent dan asam asetat glasial sebagai pelarut.

Proses Emil Heuser: Asam asetat glasial digunakan sebagai acetylating agent dan asam fosfat sebagai pelarut.

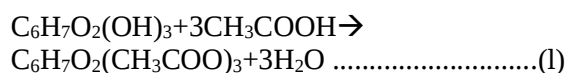
Dalam metode Emil Heuser, asam asetat glasial digunakan sebagai agen asetilasi sementara asam fosfat berperan sebagai pelarut. Di sisi lain, dalam metode selulase, asam asetat anhidrat digunakan sebagai agen asetilasi dengan asam asetat glasial sebagai pelarut.

Proses Emil Heuser merujuk pada teknik pemisahan serat yang memanfaatkan asam fosfat sebagai pelarut dan asam asetat glasial

sebagai agen asetilasi. Keunggulan pendekatan ini bila dibandingkan dengan metode lain, seperti proses selulase, adalah produksi asam fosfat yang encer sebagai produk sampingan yang lebih mudah untuk dipulihkan. Ini berbeda dari asam asetat encer yang dihasilkan dalam proses selulase. Selain itu, pemanfaatan asam asetat glasial sebagai agen asetilasi dalam proses Emil Heuser lebih mudah diperoleh dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan asam asetat anhidrat.

Menurut penelitian (Rahmatullah, 2020) terkait pembuatan selulosa asetat didapatkan hasil terbaik pada suhu 80°C dengan waktu reaksi selama 3 jam dengan selulosa asetat sebanyak 6,8211 gram. Namun, ada pula kekurangan dari selulosa asetat yang membuat hasil tidak maksimal seperti biodegradabilitasnya yang tinggi, kisaran pH terbatas 2 hingga 8, dan kerentanan tinggi terhadap mikroorganisme alami (LANNA, 2013). Selain itu, bahan baku seperti serat pinang tidak tersebar banyak di Jawa sehingga susah untuk dijadikan bahan pengujian, tetapi tersebar banyak diluar jawa yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Menurut (Wahyusi et al, 2017) waktu asetilasi yang proporsional dalam pembentukan selulosa asetat sekitar 15 menit. Sedangkan penelitian terdahulu (Gaol et al 2013), kadar asetil dari tandan kosong kelapa sawit diperoleh sebesar 18-48 % dengan kondisi optimum waktu asetilasi selama 2–3,5 jam menggunakan proses cellanase.

Reaksi asetilasi disarankan dilakukan dalam kisaran suhu antara 40°C hingga 50°C, karena jika suhu lebih rendah, laju reaksi akan melambat. Namun, jika dilakukan pada suhu 50°C atau lebih tinggi, kemungkinan bahan lebih mudah menguap dan sebagian bisa terpapar panas, berpotensi merusak bahan sisa dan mengurangi hasil reaksi (Fitriyano & Abdullah, 2019). Dalam proses asetilasi, di mana selulosa dicampur dengan asam asetat glasial sebagai agen asetilasi, terjadi reaksi sebagai berikut:



Proses asetilasi bertujuan untuk menggantikan gugus hidroksil dalam selulosa dengan gugus asetil, membentuk senyawa yang dikenal sebagai selulosa asetat. Reaksi ini melibatkan pencampuran asam asetat glasial

dengan selulosa sampai selulosa terlarut sepenuhnya dalam campuran asetilasi, dan menghasilkan derajat substitusi sekitar 2,5-2,40. Sementara itu, proses hidrolisis memiliki tujuan untuk menghilangkan sebagian gugus asetil dari selulosa triester dan juga untuk mengurangi ikatan ester sulfat.

Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi proses asetilasi:

1. **Suhu:** Peningkatan suhu dapat berpotensi menyebabkan degradasi selulosa dan selulosa asetat, yang pada akhirnya mengurangi hasil produksi. Suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan penurunan yield produk.
2. **Waktu Asetilasi:** Pemakaian waktu asetilasi yang berkepanjangan juga dapat menyebabkan degradasi selulosa dan selulosa asetat, menyebabkan hasil produk yang lebih rendah.
3. **Kecepatan Pengadukan:** Penggunaan kecepatan pengadukan yang tinggi mampu meningkatkan perpindahan massa, mempercepat laju reaksi, dan akhirnya meningkatkan yield produk.
4. **Jumlah Asam Asetat:** Kuantitas asam asetat yang digunakan akan mempengaruhi kemungkinan tumbukan antara reaktan. Jumlah yang lebih besar bisa memperbesar potensi reaksi antara reaktan, dan akibatnya mempengaruhi kecepatan reaksi asetilasi.

Semua faktor di atas perlu diperhatikan dan dioptimalkan dengan cermat untuk mencapai hasil produksi selulosa asetat yang diinginkan dalam proses asetilasi.

Beberapa bahan baku dan metode sudah diterapkan dalam pembuatan selulosa asetat yaitu ampas sagu dan eceng gondok. Namun, untuk serat buah pinang belum ada dimanfaatkan menjadi selulosa asetat, padahal jumlah selulosa yang terkandung hampir sama dengan jumlah selulosa pada ampas sagu dan eceng gondok. Selain untuk memenuhi kebutuhan bahan baku selulosa asetat, serat pinang juga dimanfaatkan agar menjadi produk yang bermanfaat. Dua langkah terlibat dalam konversi selulosa menjadi selulosa asetat yaitu selulosa pertama kali diisolasi, kemudian diasetilasi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh selulosa asetat dari kulit buah pinang dan mencari kondisi terbaik berdasarkan variasi waktu asetilasi dan volume asam asetat glacial.

2. METODOLOGI

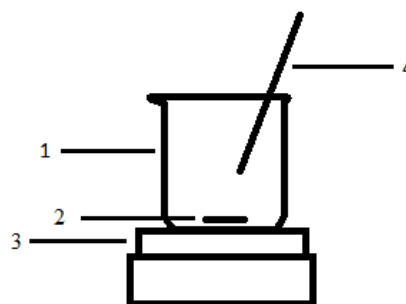
Penelitian ini menggunakan variabel bebas volume asam asetat glacial sebanyak 20 ml; 40 ml; 60 ml; 80 ml; dan 100 ml serta waktu asetilasi selama 5 menit; 10 menit; 15 menit; 20 menit dan 25 menit. Kondisi yang ditetapkan yaitu berat selulosa sebesar 5 gram, suhu asetilasi $\pm 40^{\circ}\text{C}$ dan kecepatan pengadukan 350 rpm. Metode pembuatan selulosa asetat menggunakan metode Emil Heuser dengan menggunakan asam asetat glacial digunakan sebagai agen asetilasi dan asam fosfat sebagai pelarut.

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan utama yaitu kulit buah pinang yang diperoleh dari kota Bontang, Kalimantan Timur. Kemudian bahan pendukung yaitu asam asetat glacial 98%, asam fosfat (H_3PO_4) 85%, natrium hidroksida (NaOH) 15%, hidrogen peroksida (H_2O_2) 2%, etil eter dan aquadest.

2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beaker glass, thermometer, magnetic stirrer, heater, timbangan, dan oven.



Gambar 1. Rangkaian alat asetilasi

Keterangan :

1. Beaker Glass
2. Pengaduk
3. Magnetic Stirrer with Heater
4. Thermometer

2.3 Prosedur

A. Isolasi Selulosa

Timbang 200g serat kering dan potong kecil kemudian panaskan selama 1 jam dengan air suling untuk melunakkan serat kemudian tambahkan serat lunak dengan 800 ml NaOH 15% dan panaskan pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian ampas yang terbentuk dipisahkan dari cairan NaOH dan dicuci dengan

aquades sampai bersih. Ampas yang telah bersih kemudian dibleaching dengan 1 liter H_2O_2 2% pada suhu $\pm 60^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Cuci dengan aquades dan keringkan bubuk yang diperoleh dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.

B. Proses Asetilasi

Sebanyak 5 gram bubuk selulosa dilarutkan dalam 850 ml H_3PO_4 , dipanaskan pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$ dan diaduk selama ± 15 menit. Tambahkan asam asetat glasial 98% dalam volume variabel 20, 40, 60, 80 dan 100 ml. Proses asetilasi dilakukan pada kecepatan pengadukan 350 rpm dengan variasi waktu asetilasi 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Kemudian tambahkan 10 ml etil eter dan diaduk selama 10 menit. Filter dan cuci residu dengan air hangat, residu yang telah dicuci dikeringkan pada suhu 50°C untuk memperoleh produk selulosa asetat dan dianalisis kandungan asetilnya.

C. Analisa kadar

Pada penelitian ini, analisis kadar asetil dilakukan dengan metode titrasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan serat pinang yang sudah dikeringkan dan dipotong kecil-kecil kemudian dimasak dengan aquadest untuk dilunakkan serta di delignifikasi menggunakan NaOH 15%. Pulp yang terbentuk dilakukan bleaching dengan menggunakan H_2O_2 2% 1 liter. Pulp yang sudah dibleaching lalu disaring dan dicuci dengan aquadest lalu dikeringkan. Selanjutnya 5 gram selulosa yang terbentuk dilarutkan dalam H_3PO_4 85% 100 mL. Hasil larutan tahap asetilasi menggunakan asam asetat glasial 98% dengan variasi volume 20 ml, 40 ml, 60 ml, 80 ml dan 100 ml. Tahap asetilasi dilakukan dengan variasi waktu yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit. Kecepatan pengadukan selama asetilasi adalah 350 rpm. Kemudian dilakukan tahap pengendapan dengan penambahan 10 ml etil eter selama 10 menit.

Berdasarkan isolasi selulosa, dapat diketahui bahwa hemiselulosa tidak ikut menjadi selulosa asetat. Salah satu sifat hemiselulosa adalah larut dalam keadaan basa. Maka dari itu, pada saat proses delignifikasi menggunakan NaOH , hemiselulosa larut bersamaan lignin. Kesulitan mendasar dalam pengolahan dan fabrikasi selulosa untuk hidrolisis adalah adanya lignin dan

hemiselulosa di sekitarnya. Bahan hemiselulosa akan melunak akibat pemanasan, dan akibatnya serat yang terpisah akan menjadi mudah berserabut.

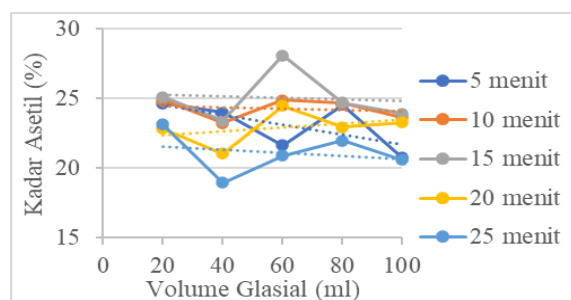
Hasil yang telah diperoleh dari penelitian di analisis dengan modifikasi prosedur ASTM di Laboratorium Gizi Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya, dimana hasil yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Asetil (%)

Volume Glasial (ml)	Waktu Asetilasi (menit)				
	5	10	15	20	25
20	24,65	24,9	25,1	22,84	23,15
40	23,19	23,24	23,4	21,03	18,97
60	21,64	24,87	28,09	24,49	20,9
80	24,56	24,65	24,7	22,93	21,97
100	20,75	23,67	23,9	23,28	20,59

(Lab Gizi UNAIR, 2022)

Hasil analisa yang didapatkan menunjukkan hubungan antara waktu asetilasi dengan kadar asetil. Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kadar asetil rata-rata naik pada 5 menit waktu asetilasi dan berkurang setelah 15 menit waktu asetilasi. Kadar asetil terbesar diperoleh pada kondisi terbaik yaitu pada waktu asetilasi 15 menit sebesar 28,09 %, sementara ada sedikit penurunan kadar asetil pada 20 menit dan 25 menit waktu asetilasi.



Gambar 1. Hubungan antara variasi volume glasial (ml) terhadap kadar asetil (%)

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat hubungan antara variasi volume glasial (ml) terhadap kadar asetil (%). Pada penambahan volume glasial sebesar 60 ml dapat dilihat bahwa kadar asetil meningkat dan menurun pada penambahan 80 ml volume glasial. Kadar asetil terbesar diperoleh pada penambahan glasial sebesar 60 ml dengan waktu 15 menit sebesar 28,09 %.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar asetil yang terdapat pada selulosa asetat dari serat pinang dengan variasi waktu asetilasi dan volume glasial. Proses asetilasi dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu suhu, waktu asetilasi, laju pengadukan, volume glasial, dan pelarut. Dalam penelitian ini digunakan serat pinang sebagai bahan baku, dimana serat pinang mempunyai kandungan selulosa yang besar sehingga dapat diolah menjadi selulosa asetat.

Pembuatan selulosa asetat dari serat pinang dimulai dengan membuat selulosa terlebih dahulu. Pembuatan selulosa dilakukan dengan cara pemasakan, delignifikasi, dan bleaching. Pada pemasakan dilakukan dengan aquadest agar mengalami proses pelunakan pada serat pinang. Pada proses delignifikasi dilakukan dengan NaOH 15% agar terbentuk pulp dan mengurangi kadar lignin pada serat pinang. Pada proses delignifikasi dilakukan dengan H_2O_2 2% untuk memutihkan selulosa yang dihasilkan dari serat pinang. Pada proses isolasi selulosa, didapatkan kadar selulosa pada serat pinang yaitu 35,25%, dimana kadar selulosa cukup banyak untuk diolah menjadi selulosa asetat. Selanjutnya pembentukan selulosa asetat, selulosa hasil isolasi serat pinang ditambahkan asam asetat glasial sebagai acetylating agent dan asam fosfat sebagai pelarut.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar asetil pada kondisi 20 ml, 40 ml, 60 ml, 80 ml, dan 100 ml rata-rata naik pada 5 menit waktu asetilasi dan berkurang setelah 15 menit. Hal ini disebabkan volume glasial yang diberikan akan berpengaruh pada waktu asetilasi larutan selulosa asetat. Semakin besar volume glasial atau reaktan yang diberikan maka semakin besar pula hasil reaksinya dan kadar asetil yang terbentuk juga semakin besar. Selain itu, pada waktu asetilasi 5 menit hingga 15 menit terjadi kenaikan kadar asetil. Menurut (Darmawan et al., 2018) bahwa proses asetilasi selulosa oleh asetat glasial memanjang seiring berjalannya waktu, meningkatkan rasio jumlah asetil dan berat selulosa asetat.

Kondisi terbaik diperoleh pada waktu asetilasi 15 menit dan volume glasial yaitu 60 ml. Berdasarkan tabel 2 ada sedikit penurunan kadar asetil pada 20 dan 25 menit asetilasi. Hal ini terjadi karena waktu asetilasi terlalu lama, selulosa tidak dapat di sintesis seluruhnya, sehingga menghasilkan jumlah asetil yang lebih

sedikit. Menurut (Darmawan et al., 2018) menunjukkan karena adanya kerusakan struktural selulosa asetat menjadi asam glukosa jika waktu reaksi asetilasi terlalu lama, jumlah kandungan asetil yang dihasilkan selulosa asetat akan berkurang. Menurut Siswati pada tahun 2021 tentang selulosa asetat dari ampas sagu menunjukkan bahwa asetilasi terbaik terjadi pada kondisi waktu asetilasi 15 menit.

Berdasarkan hasil kadar asetil tertinggi yaitu 28,09% tidak sesuai dengan kadar asetil yang tertera pada SNI yaitu 39-40%. Hal tersebut dikarenakan kemungkinan pada delignifikasi lignin masih ada yang tertinggal sehingga delignifikasi tidak berjalan sempurna. Selain itu, tidak seimbangnya penambahan reaktan dan berat selulosa awal menyebabkan zat berbahaya yang dihasilkan selulosa asetat, menjadi rapuh dan mudah terurai selama proses penyaringan saat melewati kertas saring. (Seto & Sari, 2013) Menurut penelitian (Siswati et al., 2021) tentang selulosa asetat dari ampas sagu yaitu dibutuhkan kadar selulosa sebesar 44,25% agar mencapai kadar asetil sesuai SNI yaitu 39,2%.

Dari hasil analisa pada kadar asetil terbesar yaitu 28,09% dapat di aplikasikan menjadi plastik. Hal yang menyebabkan selulosa yang terbentuk sedikit dan hanya dapat digunakan menjadi grade terendah yaitu pengaplikasian plastik adalah pada delignifikasi selulosa. Menurut Lismeri pada tahun 2016 bahwa hal tersebut memungkinkan lignin dalam penelitian ini tidak seluruhnya terdegradasi diakibatkan oleh penurunan selulosa yang terdegradasi selama proses delignifikasi karena suhu selama delignifikasi masih cukup rendah.

4. KESIMPULAN

Hasil pembuatan selulosa asetat dari kulit buah pinang, didapatkan parameter selulosa asetat yaitu kadar asetil terbaik sebesar 28,09 % pada variabel waktu asetilasi 15 menit dan volume asam asetat glasial 60 ml. Hasil terbaik selulosa asetat pada penelitian ini masih masih belum memenuhi standart SNI pembuatan membran. Namun, masih dapat diaplikasikan dalam pembuatan plastik.

5. SARAN

Ada kemungkinan bahwa peneliti perlu menggunakan berbagai pemborosan dan faktor dalam penyelidikan mereka. Seiring dengan perpindahan massa, peneliti juga dapat menggunakan kinetika reaksi dalam penelitiannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini, peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh jajaran yang terlibat yakni Ir. Nurul Widji Triana, MT selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini serta Ibu Ir. Dwi Hery Astuti, MT dan Ibu Ir. Nana Dyah Siswati, Mkes selaku dosen penguji dalam penelitian ini.

Pelarut Aseton dan Asam Format',
Universitas Jember, Jember

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, T. A, dkk 2017, 'Potensi Limbah Tongkol Jagung dan Sabut Buah Pinang sebagai Adsorben', Jurnal Prosiding, Vol. 2, No. 2, Hh. 23-30
- Darmawan, MT Elma, M & Ihsan, M 2018, 'Sintesis dan Karakteristik Selulosa Asetat dari Alfa Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit', Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 4, No. 1, Hh. 50-55
- Dwisa, M. & Mahyudin, A 2021, 'Pengaruh Waktu Rendaman NaOH terhadap Kristalinitas dan Densitas Nanoserat Selulosa Buah Pinang', Jurnal Fisika Unand (JFU), Vol. 10, No. 1, Hh. 117-122
- Emil Heuser. 1947. "The Chemistry of Cellulose". John Wiley & Sons, Inc. NY
- Lewin, M., 2007. Handbook of Fiber Chemistry. CRC Press, Amerika.
- Lismeri, L., dkk 2016, 'Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Batang Ubi Kayu', Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 11, No. 2, Hh, 82-9.
- Rahmatullah, dkk 2020, 'Pemanfaatan Limbah Kertas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Selulosa Asetat', Jurnal Teknik Kimia, Vol. 26, No 3, Hh. 108-112
- Seto, A. S & Sari, A.M., 2013, 'Pembuatan Selulosa Asetat Berbahan Dasar Nata De Soya', Jurnal Teknik Kimia, konversi Vol. 2 No. 2.
- Siswati, N. D, Wachidah, A. N & Ariyani, A. E. P. 2021, 'Selulosa Asetat dari Ampas Sagu', Jurnal Teknik Kimia, Vol. 15, No. 2, Hh. 90-94
- SNI, 1991. SNI 06-2115-1991: Selulosa Asetat, Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tamiogy, W. R, dkk 2019, 'Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Kulit Buah Pinang sebagai Filler pada Pembuatan Bioplastik', Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 14, No. 1, Hh, 63-71
- Ullmann. 1986. "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", vol.5, VCH.
- Widayanti, N 2013, 'Karakteristik Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi