

**STUDI PROSES PEMUTIHAN SERAT KELAPA
SEBAGAI REINFORCED FIBER**



**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Teknik Kimia

**Achmad Wildan
L4C 008 001**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

ABSTRAK

Serat kelapa dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih berkualitas. Saat ini sedang berkembang penelitian tentang serat alami sebagai bahan pengisi matriks komposit. Serat kelapa sebagai salah satu serat alami mempunyai kelebihan seperti kuat, elastisitas, tahan terhadap peruraian mikroba, tahan terhadap salinitas, biodegradable dan banyak tersedia di alam. Proses bleaching adalah salah satu proses yang sangat penting pada proses pembuatan serat kelapa. Perbedaan kondisi pada proses bleaching mempengaruhi kualitas produk serat kelapa yang dihasilkan seperti kuat tarik dan derajat kecerahan. Hidrogen peroksida mempunyai kelebihan yaitu sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan oksidator lain karena peruraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh konsentrasi H_2O_2 , pH dan suhu terhadap kuat tarik dan derajat kecerahan serta menentukan kinetika reaksi pada proses bleaching tersebut. Proses bleaching dilakukan dengan memasukkan serat kelapa kedalam larutan hidrogen peroksida dalam suasana basa. Hasil optimum didapat pada konsentrasi H_2O_2 3 %, pH 11 dan suhu 60 °C dengan harga derajat kecerahan dan kuat tarik masing-masing 82,10 dan 119,75 MPa. Nilai konstanta kinetika reaksi k_1 , k_2 , dan k_3 berturut-turut adalah 1,0157 M^{-2} , 9,0787 M^{-1} dan 12,0598 M^{-1} . Perubahan derajat kecerahan dan kuat tarik dari serat kelapa setelah dibleaching diharapkan dapat digunakan sebagai *reinforced fiber*.

Kata kunci : serat kelapa, bleaching, konstanta kinetika reaksi, derajat kecerahan, kuat tarik.

ABSTRACT

Coconut fiber or coir can be developed into qualified products. Currently, a research has been conducted on the natural fiber as the composite matrix filler. Coir as one of the natural fibers has the superiority such as strong, elastic, bearable against the microbial dispersion, salinity, biodegradable, and it is plentiful in the nature. Bleaching process is one of the very important processes in the production of coir. The difference in condition bleaching process affect the quality of the coir obtained, such as tensile strenght and brightness. Hydrogen peroxide has the superiority as it has the character of environment friendly compared to other oxidators because its dispersion just produces water and oxygen. The aim of the research is to determine the effect of concentration H_2O_2 , pH and temperature against the tensile strenght and brightness, as wellas to determine kinetics reaction on the bleaching process. The bleaching process was done by immersing the coir in the hydrogen peroxide solvent in base condition. The optimum result was obtained at concentration H_2O_2 3 %, pH 11 and temperature 60 °C with the value of brightness and tensile strenght of 82,10 and 119,75 MPa each. Constant of kinetics reaction is $1,0157 M^{-2}$, $9,0787 M^{-1}$ dan $12,0598 M^{-1}$. The change in brightness and tensile strenght after being bleaced is expected to be able to be used as reinforced fiber.

Key words : coir, bleaching, constant of kinetics reaction, brightness, tensile strenght

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa merupakan salah satu tanaman perkebunan yang sangat penting di Indonesia. Dari areal perkebunan seluas 14,05 juta hektar di Indonesia, luas perkebunan kelapa sendiri adalah 3,94 juta hektar atau 27 % dari total area. Menurut Biro Pusat Statistik (2008), total produksi kelapa Indonesia tahun 2008 mencapai 15 juta metrik ton, jika kandungan serabut kelapa adalah 35% dari berat kelapa dan dari serabut kelapa 30% adalah serat kelapa maka dapat diperkirakan sekitar 1,575 juta metrik ton serat kelapa dihasilkan per tahunnya (<http://www.bps.go.id/index.php/hasilperkebunan>). Selama ini produk olahan kelapa yang dihasilkan masih terbatas jumlah maupun jenisnya. Produk akhir yang sudah berkembang saat ini adalah *desicated coconut*, *coconut milk/cream*, *activated carbon*, *brown sugar* dan *nata de coco*. Coir atau serat kelapa sebagai salah satu produk akhir tanaman kelapa kurang berkembang. Serat kelapa hanya digunakan sebagai bahan bakar, pupuk atau dibuang percuma (<http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditasutama/5-kelapa>)

Serat kelapa dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih berkualitas. seperti bahan baku tali, bahan pengisi karpet, tikar, dan permadani (Van Daam, 2002; Subaida *et al.*, 2008). Saat ini sedang berkembang penelitian tentang serat alami sebagai bahan pengisi matriks komposit (Bathia, 2008) seperti komposit

polietilen (Brahmakumar *et al.*, 2005), komposit epoksi (Sapuan, 2005) dan lain sebagainya. Serat kelapa sebagai salah satu serat alami mempunyai kelebihan seperti : kuat, elastisitas, tahan terhadap peruraian mikroba, tahan terhadap salinitas, biodegradable dan banyak tersedia di alam (Khan *et al.*, 2003; Bismarck *et al.*, 2001). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Asasutrajit *et al.* (2005) serat kelapa memberikan peningkatan kekuatan dan elastisitas jika ditambahkan pada *cement board*. Menurut Van Daam (2002) serat yang mempunyai kualitas baik adalah serat yang mempunyai kekuatan, elastisitas dan derajat kecerahan tinggi. Sehingga salah satu cara untuk meningkatkan kualitas tersebut adalah dengan proses pemutihan (*bleaching*).

Proses pemutihan (*bleaching*) adalah salah satu proses yang sangat penting pada proses pembuatan serat kelapa. Perbedaan kondisi pada proses pemutihan seperti konsentrasi bahan pemutih (*bleaching agent*), pH, temperatur, katalis dan waktu mempengaruhi kualitas produk serat kelapa yang dihasilkan seperti kekuatan, elastisitas dan derajat kecerahan. Selama ini proses pemutihan banyak menggunakan senyawa klor seperti klorin atau klor dioksida. (Van Daam, 2002). Kelemahan senyawa klor sebagai bahan pemutih (*bleaching agent*) adalah sifatnya yang beracun dan tidak ramah lingkungan (Bjorklund, 2008).

Hidrogen peroksida telah banyak digunakan sebagai pengganti senyawa klor pada proses pemutihan pada industri Pulp. Hidrogen peroksida mempunyai kelebihan yaitu sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan oksidator lain karena peruraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen (Filho and Ulrich, 2002) dan kekuatan oksidatornya pun dapat diatur sesuai kebutuhan

(Potucek and Milichovsky, 2000) , sehingga dalam penelitian ini digunakan hidrogen peroksida. Tutus (2004) telah melakukan penelitian tentang proses pemutihan dengan hidrogen peroksida. Hasilnya adalah hidrogen peroksida meningkatkan derajat kecerahan dari pulp yang dihasilkan dibandingkan dengan klorin dioksida. Proses pemutihan pulp dengan hidrogen peroksida memberi hasil optimal jika dalam keadaan basa yaitu pada pH 9 dengan menggunakan Na_2SiO_3 sebagai senyawa penstabil peroksida. Darmanto dkk (2008) juga melakukan penelitian serat kelapa dengan perlakuan alkali NaOH 10% selama 30 menit akan meningkatkan kekuatan (*strenght*) dan daya mulur (*elongation*) dari serat tunggal daun pelepah kelapa secara optimal.

Penelitian ini akan mengaplikasikan hidrogen peroksida sebagai bahan pemutih pada serat kelapa. Penelitian tentang proses pemutihan dengan hidrogen peroksida telah dilakukan oleh peneliti terdahulu yaitu Onggo (2004) mempelajari pengaruh sodium hidroksida dan hidrogen peroksida terhadap rendemen dan warna pulp dari serat daun nanas. Dari percobaan tersebut diketahui dengan konsentrasi NaOH 25% dan H_2O_2 2% dengan kondisi rasio serat : cairan = 1 :20 (b/v) dan pada suhu 100 °C akan meningkatkan nilai derajat kecerahan hingga 92,3 mendekati nilai standar sebesar 93,9 dan menghasilkan rendemen terkecil yaitu 62,7% (b/b). Berdasarkan sifat dari hidrogen peroksida sebagai bahan pemutih dan kondisi proses pemutihan maka diharapkan dapat meningkatkan derajat kecerahan dari serat kelapa dan juga dapat meningkatkan sifat mekanikal dari serat kelapa itu sendiri.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian tentang serat kelapa telah banyak dilakukan terutama dengan *treatment* dengan alkali maupun dengan senyawa klorin, tetapi penggunaan senyawa klorin meninggalkan residu yang dapat mencemari lingkungan dan senyawa klorin bersifat toksik dan derajat kecerahan yang dihasilkan kurang baik, sehingga digunakan senyawa hidrogen peroksida dalam keadaan alkali sebagai senyawa pemutih yang bersifat lebih ramah lingkungan, meningkatkan derajat kecerahan lebih baik daripada klorin dan dapat meningkatkan sifat mekanik serat kelapa tersebut, sehingga dapat dikembangkan sebagai bahan baku *reinforced fiber*.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini menggunakan bahan baku serat kelapa yang mempunyai nilai ekonomis rendah. Oksidator yang digunakan sebagai bahan pemutih adalah hidrogen peroksida. Pada penelitian ini diteliti mengenai pengaruh konsentrasi bahan pemutih (*bleaching agent*), pH dan suhu terhadap kualitas serat kelapa yang dihasilkan dalam proses batch isothermal.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kualitas serat kelapa sebagai *reinforced fiber*. Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida, pH dan suhu terhadap derajat kecerahan dan kuat tarik serat kelapa.
2. Mencari kondisi optimum dari ketiga parameter tersebut.
3. Menentukan parameter kinetika reaksi pada proses pemutihan dengan hidrogen peroksida..

1.5 Manfaat Penelitian

Data-data yang diperoleh dari penelitian ini merupakan kajian eksperimental dan diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

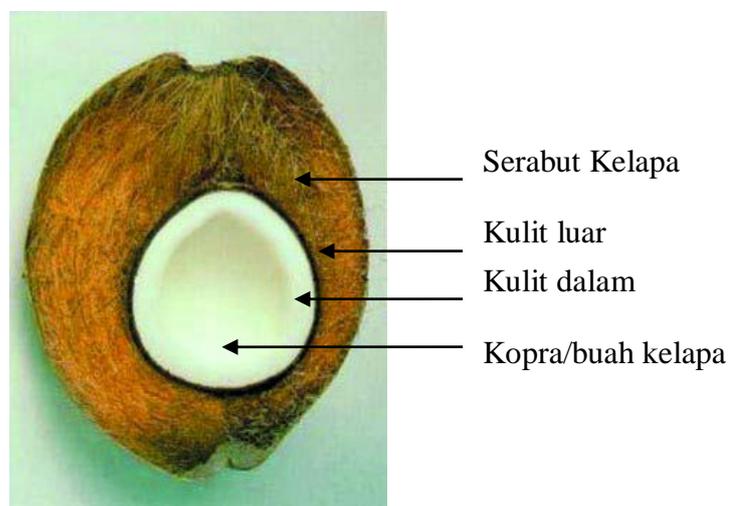
1. Mengurangi limbah buangan yang dihasilkan produksi kelapa.
2. Menaikkan nilai ekonomis dari serat kelapa menjadi *reinforced fiber*.
3. Data-data eksperimental yang diperoleh dapat digunakan dalam proses dengan skala yang lebih besar.
4. Menambah kepustakaan tentang proses pemutihan serat
5. Mendorong peneliti lain untuk mengembangkan penelitian tentang pemutihan serat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serat kelapa (*coir fiber*)

Serat kelapa adalah material berserat penyusun bagian mesocarp yang tebal (lapisan tengah) pada buah kelapa (*Cocos nucifera*). Buah kelapa mengandung sekitar 65% berat *kernel* (bagian tempurung, daging buah dan air) dan 35% berat serabut kelapa (*husk*). Serabut kelapa (*husk*) terdiri 70% *pith* (serbuk serabut kelapa) dan 30% serat kelapa (*coir fiber*) tiap basis berat keringnya. (Van Daam, 2002) Di beberapa daerah di Indonesia serabut kelapa merupakan produk samping dari industri kopra. Dimana, serabut kelapa tersebut dibuang atau digunakan sebagai pupuk. Hal ini dikarenakan, serabut kelapa memiliki kandungan potassium yang tinggi (Amin, 2009). Berikut ini gambar dari bagian- bagian buah kelapa.



Gambar 2.1. Bagian-bagian buah kelapa

Pada prosesnya, serat kelapa yang panjang diperoleh dari proses ekstraksi serabut kelapa (Amin, 2009). Adapun rasio antara serat panjang, serat medium dan serat pendek yang dihasilkan berkisar antara 60:30:10. Panjang serat panjang adalah lebih dari 150 mm (dapat mencapai 350 mm), panjang serat medium antara 50 sampai 150 mm dan panjang serat pendek adalah kurang dari 50 mm. Ukuran diameter serat kelapa adalah antara 50 hingga 300 μm . Serat kelapa terdiri dari sel serat kelapa dengan ukuran panjang 1mm dan ukuran diameter 5-8 μm (Van Daam, 2002).

Serat kelapa dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu serat berwarna putih dan serat berwarna coklat. Serat kelapa yang berwarna putih diperoleh dari buah kelapa yang belum matang. Serat ini lebih halus dan memiliki warna yang lebih cerah. Sedangkan serat kelapa berwarna coklat diperoleh dari buah kelapa yang telah matang (Lewin, 2007). Untuk dapat memperoleh serat ini, serabut kelapa perlu direndam dalam air. Berikut ini tabel komposisi kimia serat kelapa.

Tabel 2.1 Komposisi kimia serat kelapa (Van Dam, 2002)

Komposisi	Jumlah (% berat kering)
Sellulosa	35,6
Hemisellulosa	15,4
Pektin	5,1
Lignin	32,7
Zat ekstraktif	3,0

Selama ini, serat kelapa belum banyak digunakan. Setelah buah kelapa/kopra diperoleh umumnya serabut kelapa hanya difungsikan sebagai bahan bakar, pupuk, atau langsung dibuang tanpa adanya pemanfaatan lebih lanjut. Hal ini tentu dapat

menimbulkan keresahan. Sebab, nantinya akan semakin banyak limbah serabut kelapa. Selain lingkungan menjadi tidak higienis, nilai ekonominya menurun.

(<http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditasutama/5-kelapa>)

Pada dasarnya, serat kelapa yang diperoleh dari serabut kelapa dapat diaplikasikan menjadi produk-produk yang lebih berkualitas. Serat kelapa yang telah dimodifikasi dapat dibuat bahan kerajinan, bahan pengisi karpet, tikar dan permadani serta bahan baku tali (Yung, 2004, Ravindranath, 1997). Selain itu, struktur morfologi serat kelapa juga dapat digunakan untuk membuat *reinforced fiber*, sebuah komposit yang kuat dan elastis. Berikut ini gambar pohon kelapa dan serat kelapa.



Gambar 2.2 Pohon kelapa dan serat kelapa

2.2 Proses Pemutihan (Bleaching)

Pemutihan (*bleaching*) merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin (delignifikasi) di dalam pulp atau serat sehingga

diperoleh tingkat kecerahan warna yang tinggi dan stabil (Greschik, 2008). Proses pemutihan serat harus menggunakan bahan kimia yang reaktif untuk melarutkan kandungan lignin yang ada di dalam serat agar diperoleh derajat kecerahan yang tinggi (Tutus, 2004). Namun demikian, harus dijaga agar penggunaan bahan kimia tersebut tidak menyebabkan pencemaran lingkungan yang berbahaya (Batubara, 2006). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemutihan antara lain:

a) Konsentrasi

Reaksi dapat ditingkatkan dengan memperbesar konsentrasi bahan pemutih. Penggunaan bahan kimia pemutih yang berlebih tidak akan meningkatkan derajat kecerahan karena derajat kecerahan yang dicapai telah maksimal. Konsentrasi hidrogen peroksida yang dipakai untuk proses pemutihan antara 1% hingga 10% b/v (Tutus, 2004, Onggo, 2004, Van Daam, 2002)

b) Waktu reaksi

Pada umumnya, perlakuan bahan kimia pemutih terhadap serat akan menjadi lebih reaktif dengan memperpanjang waktu reaksi. Namun, waktu reaksi yang terlalu lama akan merusak rantai selulosa dan hemiselulosa pada serat tersebut (Onggo, 2004)

c) Suhu

Peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan kecepatan reaksi pada reaksi pemutihan. Pemilihan suhu ditentukan pada penggunaan bahan kimia pemutih. Suhu pemutihan biasanya diatur berkisar antara 40-100 °C (Van Daam, 2002)

d) pH

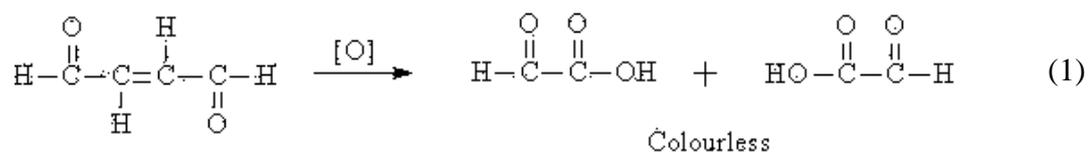
pH memiliki pengaruh yang sangat vital terhadap proses pemutihan secara keseluruhan. Nilai pH bergantung pada jenis penggunaan bahan pemutih (*bleaching agent*). Pada proses pemutihan dengan hidrogen peroksida diperlukan suasana basa antara pH 8 hingga 12 (Tutus, 2004).

e) Rasio bahan dan zat bleaching

Perbandingan bahan yang akan akan diputihkan dengan bahan pemutih akan mempengaruhi hasil yang didapat. Semakin kecil perbandingan rasio bahan yang akan diputihkan dengan bahan pemutih akan meningkatkan reaksi pemutihan. Tetapi dengan rasio yang semakin kecil akan mengurangi efisiensi penggunaan zat pemutih . Pada proses pemutihan (*bleaching*) umumnya dipakai rasio bahan dengan zat bleaching antara 8 : 1 hingga 20 : 1 (Van Daam, 2002; Batubara, 2006; Giles, 2009)

Kelima faktor tersebut berpengaruh terhadap kualitas produk serat yang dihasilkan seperti kecerahan (*brightness*), kuat tarik (*tensile strenght*), kelunakan (*softness*) maupun daya mulur (*elongation*) (Van Daam, 2002). Proses pemutihan (*bleaching*) digunakan untuk menghilangkan komponen berwarna atau mengubahnya menjadi zat yang tidak berwarna. Ikatan rangkap dua terkonjugasi (dalam gugus kromofor) menyebabkan penyerapan sinar pada panjang gelombang cahaya tampak dan Ultra Violet, sehingga menimbulkan warna. Komponen lignin pada serat sellulosa berperan dalam menghasilkan warna (Filho and Ulrich, 2002).

Senyawa kimia yang digunakan pada proses pemutihan memecah ikatan rangkap pada rantai panjang tersebut menjadi ikatan tunggal yang tidak menyerap warna (<http://library.thinkquest.org/27034/index.html>). Contoh reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



(Nagiev, 2007)

2.3 Macam-Macam Proses Pemutihan (*Bleaching*)

Pada dasarnya proses pemutihan (*bleaching*) dibagi menjadi dua, yaitu proses pemutihan secara kimia dan proses pemutihan secara biologi. Proses pemutihan secara biologi umumnya disebut juga dengan proses *bio-bleaching*. Berikut ini adalah berbagai macam proses pemutihan, antara lain :

1. Proses Pemutihan (*Bleaching*) secara Kimia.

a. Pemutihan dengan Gas Ozon

Gas Ozon dapat mengoksidasi semua ikatan rangkap pada semua gugus alifatik dan aromatik. Gas ozon merupakan gas yang tidak stabil dan dapat berubah secara perlahan-lahan pada temperatur ruangan dan tekanan atmosfer. Selektifitas gas ozon lebih tinggi apabila dilarutkan dalam asam asetat jika dibandingkan dengan air. (Beltran, 2005)

Keuntungan pemilihan dengan gas ozon di dalam air antara lain, bahan pemutih yang lebih baik, waktu reaksi yang lebih pendek,

temperatur pemutihan yang rendah dan tanpa tekanan, serta tidak terjadi pencemaran lingkungan. Sementara kerugian pemutihan dengan menggunakan gas ozon adalah kerusakan karbohidrat di dalam pelarut air relatif lebih besar, biaya produksi untuk pembuatan generator ozon relatif mahal, mudah terurai menjadi oksigen di dalam air. (Batubara, 2006)

b. Pemutihan dengan Asam Perasetat

Perasetat sangat reaktif dan mempunyai potensial oksidasi tinggi. Penyimpanan yang terlalu lama tidak cocok untuk asam perasetat dan pemakaian langsung lebih baik sehingga membatasi penggunaan selama ini. Penggunaan dalam keadaan asam lebih baik dibandingkan dalam keadaan basa. Asam perasetat di dalam sistem reaksi bolak-balik dapat membentuk asam asetat dan hidrogen peroksida dalam suasana asam. Pembuatan asam perasetat dapat dilakukan secara langsung yaitu dengan cara mereaksikan asam asetat dan hidrogen peroksida yang diberi tambahan asam sulfat pekat. (Van Daam, 2002)

Asam asetat di dalam media asam akan membentuk asam perasetat, hidrogen peroksida, ion hidroksonium. Terdapat dugaan bahwa asam perasetat juga dapat membentuk ion asetonium dalam jumlah kecil dimana ion tersebut sangat berpengaruh di dalam proses oksidasi. (Potucek, 2000)

Asam perasetat digunakan bukan hanya untuk memutihkan pulp melainkan juga digunakan di dalam proses pulping. Pemutihan pulp dengan asam perasetat dapat dilakukan pada semua jenis pulp yang

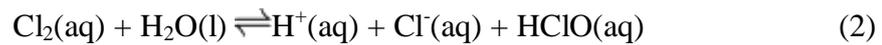
dimasak menggunakan metode yang berbeda seperti metode sulfit, sulfat, acetosov dan lain-lain. (Potucek and Milichovsky, 2000)

Tujuan pemutihan pulp menggunakan asam perasetat adalah delignifikasi dan peningkatan nilai derajat putih kertas pada media asam atau netral sampai alkali/basa lemah. Semakin tinggi konsentrasi asam perasetat, maka semakin rendah sisa lignin didalam pulp dan derajat putih kertas akan semakin meningkat. Lignin, rendemen dan derajat polimerisasi selulosa akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu pemutihan, dan sebaliknya derajat putih kertas akan semakin meningkat. (Van Daam, 2002)

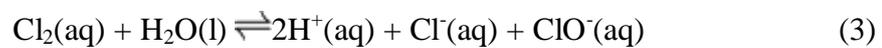
c. Pemutihan dengan klorin

Klorin merupakan gas berwarna hijau yang bersifat sangat beracun bagi manusia. Klorin bersifat iritasi terhadap pernapasan yang menyerang membran mukosa dan membakar kulit. Pada konsentrasi 3,53 dapat dideteksi sebagai bau dan pada konsentrasi 1000 ppm akan berakibat fatal jika terhirup. Akibat bahaya tersebut maka sekarang gas klorin dilarang sebagai bahan pemutih. Pada proses pemutihan pulp kertas, penggunaan klorin dapat menghasilkan organoklorin seperti dioxin yang sangat berbahaya karena beracun dan bersifat karsinogen. Penggunaan klorin dioksida sebagai pengganti klorin pada proses pemutihan pulp dapat mengurangi terbentuknya dioksin.

Proses pemutihan dengan klorin dapat diringkas dengan reaksi kimia sebagai berikut :



Ion H^+ dari asam hipoklorit terlarut dalam larutan sehingga reaksi menjadi



Ion hipoklorit cenderung terdekomposisi menjadi klorida dan oksigen reaktif



Oksigen akan bereaksi sebagai bahan pemutih (*bleaching agent*).

Bubuk bleaching seperti $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ atau dalam bentuk cairan seperti sodium hypochlorite (NaClO) umum digunakan.

<http://www.answers.com/topic/bleach>

d. Pemutihan dengan sulfit

Pada kondisi basah, sulfur dioksida adalah bahan pemutihan (*bleaching agent*). Sulfur dioksida digunakan untuk memutihkan wol dan katun. Garam dari sulfur dioksida juga digunakan sebagai bahan pemutih seperti kalsium hidrogen sulfit $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ yang digunakan sebagai pemutih pada proses pulp di industri kertas. Proses pemutihan dengan sulfur dioksida tidak permanen, lama kelamaan dengan adanya udara dan cahaya maka warna akan kembali semula. (Batubara, 2006)

2. Proses Bleaching secara biologi (*bio-bleaching*)

Tujuan proses *bio-bleaching* adalah meniru proses pembusukan kayu oleh jamur white rot. Dalam proses ini menggunakan fungal treatment dengan menggunakan 2 enzim yaitu enzim hemiselulase (xylanase dan mannanase) yang dapat meningkatkan bleachability secara tidak langsung dan enzim ligninase yang dapat mendegradasi lignin secara langsung. Sedikitnya ada dua penjelasan mengenai bagaimana xylanase mampu meningkatkan akses dari bahan kimia bleaching ke serat dengan menghilangkan xylan yang terendapkan. Serat yang terbuka ternyata lebih rentan terhadap bahan kimia pemutih dan ekstraksi lignin. (Batubara, 2006)

Secara esensial, model ini mengusulkan bahwa xylan secara fisik menjebak lignin dan kromofor dalam matriks pulp. Model kedua yang diajukan adalah bahwa hemiselulase membebaskan kromofor dan lignin dari matriks pulp selulosa melalui pemecahan ikatan kovalen antara hemiselulosa dan lignin. Agaknya berdasarkan usulan penjebakan fisik, diketahui bahwa lignin dan kromofor yang tersis terikat secara kimiawi di dalam pulp. Bukti terakhir mendukung peran xylanase dalam pemecahan ikatan lignin dengan karbohidrat. (Batubara, 2006)

Pada perombakan hemiselulosa, terjadi peningkatan kromofor yang cukup tinggi. Selama proses pulping kraft, asam metilglukuronat dan komponen hemiselulosa lainnya terpecah menjadi satuan-satuan asam kromofor yang tetap terikat pada rantai utama xylan. Produk hasil perombakan lignin dan hemiselulosa

dapat bereaksi silang (cross-react) dengan xylan dan terikat ke dalam matriks hemiselulosa. (Ravindranath, 1997)

Hidrolisis hemiselulosa dapat melepaskan ikatan antara kromofor dan lignin, namun penghilangan xylan, tidaklah disarankan karena akan mengurangi hasil pulp dan jika dilakukan secara ekstrim maka penghilangan xylan akan mengurangi kekuatan pulp (pulp strenght). Sehingga tujuan utama penggunaan enzim dalam proses pemutihan adalah tidak menghilangkan xylan secara keseluruhan, hanya melepaskan kromofor dan lignin. (Batubara, 2006)

Proses *bio-bleaching* berjalan lambat pada suhu dan tekanan operasinya sehingga proses ini belum dapat diaplikasikan pada skala industri.

2.4 Hidrogen Peroksida (H₂O₂)

Hidogen peroksida berbentuk cairan tidak berwarna , sedikit lebih kental dari air dan dapat bercampur dengan air dalam berbagai komposisi. (Jones, 1999). Hidrogen peroksida bersifat asam yang sangat lemah dan mempunyai kemampuan sifat oksidator yang sangat kuat (<http://www.h2o2.com/intro/overview.html>). Hidrogen peroksida digunakan sebagai zat pemutih (bleaching),desinfektan, antiseptik, oksidator dan pendorong roket (Hill, 2001).

H₂O₂ adalah salah satu oksidator kuat, yang mempunyai nilai potensial oksidasi lebih besar dari klorin, klorin dioksida dan kalium permanganat (Walsh, 1991). Juga, melalui katalisis, H₂O₂ dapat diubah menjadi radikal hidroksil (.OH)

yang reaktivitasnya kedua setelah fluorine.(Nagiev, 2007). Berikut ini tabel potensial standar redoks dari beberapa jenis oksidator.

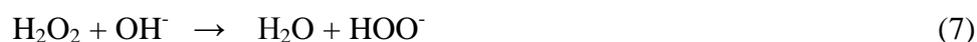
Tabel 2.2 Potensial standar redoks dari beberapa jenis oksidator (Nagiev, 2007)

Oksidator	Potensial Oksidasi, V
Fluor	3,05
Radikal Hidroksil	2,80
Ozon	2,07
Hidrogen Peroksida	1,77
KMnO ₄	1,67
Klorin Dioksida	1,50
Klorin	1,36

Dibandingkan dengan air, energi dalam hidrogen peroksida lebih tinggi. Entalpi Pembentukan Air adalah sebesar -286 kJ mol^{-1} , sedangkan untuk hidrogen peroksida sebesar -188 KJ mol^{-1} . Hal ini menyebabkan hidrogen peroksida kurang stabil dan dapat terurai menjadi air dan oksigen.(Filho and Ulrich, 2002)



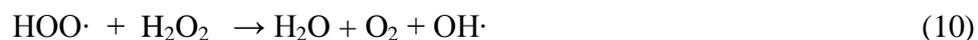
Dekomposisi hidrogen peroksida dengan ion hidroksida adalah sebagai berikut :



(Nagiev, 2007)

Anion perhidroksil (HOO^-) berguna sebagai spesies aktif yang sangat berperan dalam proses pemutihan dengan menggunakan peroksida. Anion ini merupakan nucleophile kuat yang dimana selama proses pemutihan akan menyerang gugus aldehid dan keton tidak jenuh serta rantai phenol terkonjugasi kelompok karbonil atau etilen. Reaksi pada lignin dengan peroksida merupakan reaksi searah dan dapat mengakibatkan kehilangan permanan pada sebagian besar kromofor yang terkandung di dalam molekul lignin (Tutus, 2004).

Adanya ion logam transisi akan menyebabkan reaksi sebagai berikut :



Radikal hidroksil, radikal hidropoksi dan radikal superoksida anion merupakan radikal yang sangat penting, mereka dapat menyebabkan reaksi samping pada proses pemutihan. Pada pemutihan selulosa dapat menyebabkan efek positif delignifikasi dan efek negatif depolimerisasi selulosa. Umumnya radikal menghasilkan efek negatif lebih banyak daripada efek positifnya sehingga ion logam transisi dihilangkan sebelum proses oksidasi. (Filho and Ulrich, 2002). Cara penghilangan logam transisi tersebut dengan mengikat menggunakan senyawa kompleks seperti Etilen Diamin Tetraacetic Acid (EDTA) (<http://www.scribd.com/doc/9507466/Secret-of-Hydrogen-Peroxide>).

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi dekomposisi hidrogen peroksida adalah:

1. Bahan organik tertentu, seperti alkohol dan bensin.
1. Katalis, seperti Pd, Fe, Cu, Ni, Cr, Pb, Mn.
2. Temperatur, laju reaksi dekomposisi hidrogen peroksida naik sebesar 2.2 x setiap kenaikan 10 °C (dalam range temperatur 20-100 °C).
3. Permukaan container yang tidak rata (active surface).

4. Padatan yang tersuspensi, seperti partikel debu atau pengotor lainnya.
5. Keadaan basa, antara pH 8 - 12.
6. Radiasi, terutama radiasi dari sinar dengan panjang gelombang yang pendek

(Jones, 1999)

2.5 Kinetika Reaksi Proses Pemutihan dengan Hidrogen Peroksida

Penentuan kinetika reaksi pada proses pemutihan dengan hidrogen peroksida bertujuan untuk menentukan proses reaksi pada skala yang lebih besar. Reaksi pada proses pemutihan serat kelapa dengan hidrogen peroksida merupakan reaksi fase padat cair dengan absorpsi hidrogen peroksida dan ion hidroksida pada permukaan serat.

Untuk menentukan persamaan laju kinetika reaksi menggunakan rumus :

$$r = \frac{k_1 C_p C_{OH}}{[1 + k_2 C_p][1 + k_3 C_{OH}]} \quad (\text{Liu, 2003}) \quad (12)$$

dimana :

C_p = Konsentrasi H_2O_2 (Molar) pada waktu t menit

C_{OH} = Konsentrasi ion OH^- (Molar) pada waktu t menit

Nilai konstanta k_1 , k_2 , dan k_3 diperoleh dari perhitungan data-data yang diperoleh seperti pH dan jumlah hidrogen peroksida sisa. Nilai-nilai konstanta k_1 , k_2 , dan k_3 merupakan nilai konstanta pengganti untuk nilai konstanta berikut ini :

$$k_1 = k_1 \theta_1^2 h_f^2 \quad (13)$$

$$k_2 = K_{p1} h_f \quad (14)$$

$$k_3 = K_{OH1} h_f \quad (15)$$

Dimana

$$k_I = k_1' K_{P1} K_{OH1}$$

(16)

k_1' = konstanta kecepatan reaksi untuk penghilangan kromofor

θ_1 = konsentrasi total *single* kromofor *site*

h_f = faktor *hindrance* (gangguan)

K_{P1} = konstanta absorpsi isothermal untuk peroksida pada *single* kromofor *site*

K_{OH1} = konstanta absorpsi isothermal untuk ion hidroksida pada *single* kromofor

site

BAB III

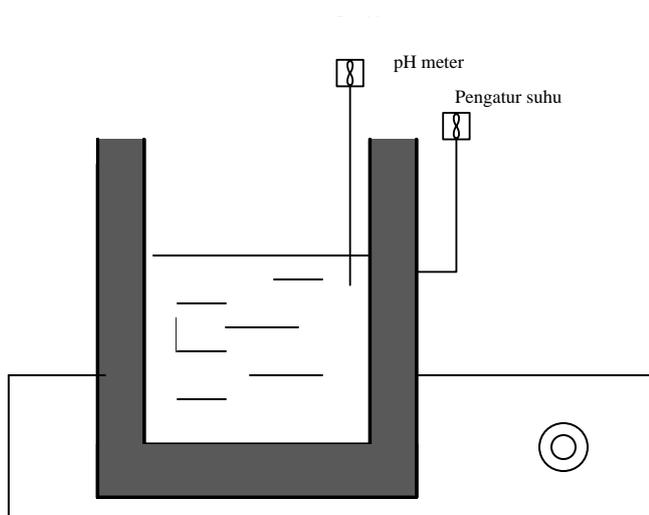
METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan utama pada penelitian ini adalah serat kelapa yang diambil dari daerah Purwokerto. Bahan lain yang digunakan adalah H_2O_2 p.a.(E. Merck), NaSiO_3 p.a.(E. Merck), NaOH p.a.(E. Merck), KMnO_4 p.a (E. Merck), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ p.a (E. Merck), H_2SO_4 p.a (E. Merck), Aquadest.

3.2 Alat yang Dipakai

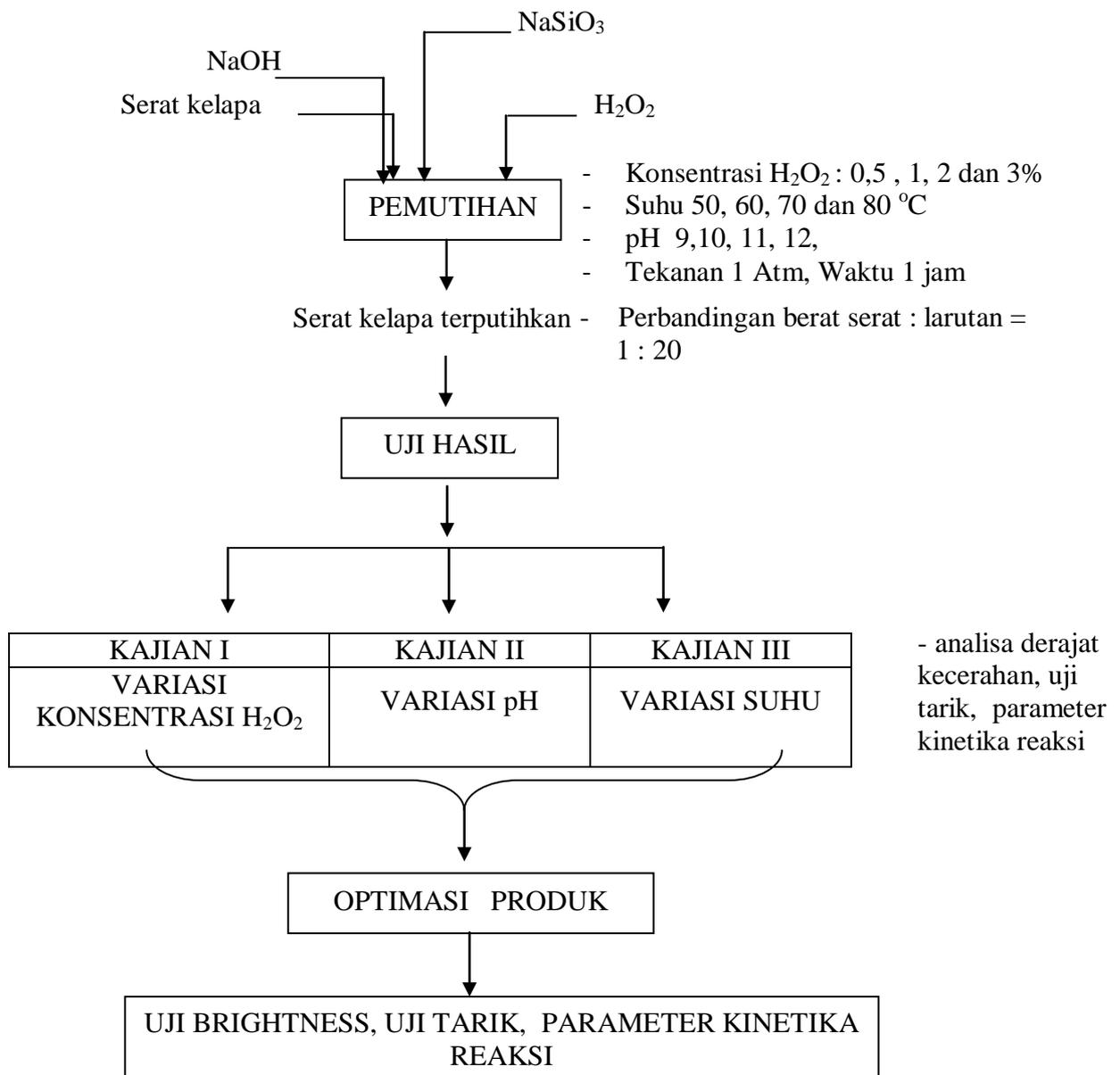
Alat utama penelitian ini adalah reaktor tangki dengan waterbath yang dilengkapi pengatur suhu (Gambar 3.1). Selain itu juga digunakan adalah mesin uji tarik serat TENSO LAB, Alat Chromameter model CR-400 Konika Minolta , oven, timbangan digital, termometer, dan pH meter



Gambar 3.1 Reaktor tangki dengan waterbath

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium dimana secara garis besar tahapan penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan sebagaimana bagan yang tertera pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Skema tahapan penelitian

Pada proses pemutihan serat kelapa ini dilakukan 12 run dengan 3 variabel berubah. Kegiatan penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan dengan distribusi perlakuan sebagaimana tertera pada Tabel 3 .

Tabel 3.1 Rancangan penelitian proses pemutihan serat kelapa

RUN	VARIABEL PROSES			ANALISA	HASIL VARIABEL OPTIMUM
	Konsentrasi H ₂ O ₂ (%)	pH	Suhu		
Variasi Konsentrasi					
1	0,5	9	50	- Brightness - Uji tarik - Parameter kinetika reaksi	C_{opt}
2	1	9	50		
3	2	9	50		
4	3	9	50		
Variasi pH					
5	C_{opt}	9	50	- Brightness - Uji tarik - Parameter kinetika reaksi	pH_{opt}
6	C_{opt}	10	50		
7	C_{opt}	11	50		
8	C_{opt}	12	50		
Variasi pH					
9	C_{opt}	pH_{opt}	50	- Brightness, - Uji tarik - Parameter kinetika reaksi	T_{opt}
10	C_{opt}	pH_{opt}	60		
11	C_{opt}	pH_{opt}	70		
12	C_{opt}	pH_{opt}	80		
13	C_{opt}	pH_{opt}	T_{opt}	- Brightness, Uji tarik, Parameter kinetika reaksi	

- Kondisi operasi tetap :
- tekanan 1 atm
 - Perbandingan berat serat : larutan = 1 : 20
 - Volume larutan H₂O₂ = 500 ml
 - Waktu 1 jam

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Analisa Awal Bahan Baku

Analisa ini meliputi analisa derajat kecerahan (brightness) dan kuat tarik (tensile strenght) bahan baku (serat kelapa) sebelum dilakukan proses pemutihan. Ini berguna sebagai pembanding untuk hasil serat kelapa setelah proses pemutihan.

3.4.2 Proses Pemutihan

Pada tahap ini dimulai dengan menimbang serat kelapa sebesar 25 gram, selanjutnya dimasukkan dalam reaktor tangki. Ditambahkan hidrogen peroksida sebanyak 0,5 liter dengan variasi konsentrasi 0,5 %, 1 %, 2 % dan 3 %, Na₂SiO₃ sebanyak 2,5 gr. Selanjutnya proses pemutihan dilakukan dengan variasi suhu 50, 60, 70 dan 80 °C. Selama percobaan juga akan divariasikan pH antara 9, 10, 11 dan 12 dengan ketelitian ± 0,1. pH diatur dengan penambahan NaOH. Setiap 10 menit diukur pH dan diambil larutan hidrogen peroksida untuk dititrasi dengan KMnO₄ untuk mengetahui jumlah hidrogen peroksida sisa.

3.4.3 Analisa Hasil

Analisa sifat phiskokimia dan mekanik dari serat kelapa yang telah melalui proses pemutihan antara lain :

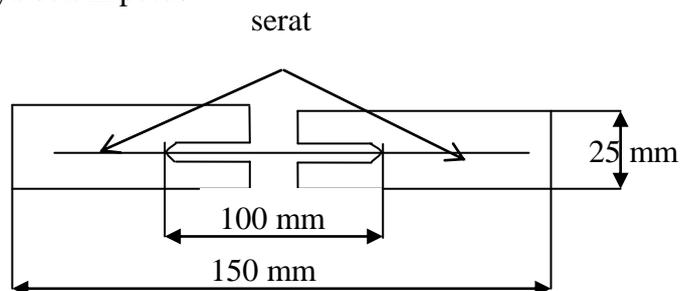
1. Analisa Brightness (kecerahan) dengan alat Chromameter model CR-400 Konika Minolta dengan sistem CIE 1976 L^* , a^* , b^* (CIELAB) (Melgosa, 1999). Besaran L (brightness) diperoleh dari pembacaan alat.

Cara pengujian adalah sebagai berikut :

1. Serat diletakkan pada suatu alas yang mendatar
 2. Alat chromameter dikalibrasi terlebih dahulu dengan plat kalibrasi keramik putih, hingga nilai yang dihasilkan sesuai nilai yang tertera pada plat.
 3. Dipencet tombol *mode* untuk melakukan pengukuran sistem L^* , a^* , b^* .
 4. Dipencet tombol *measurement* untuk memulai pengukuran.
 5. Muncul hasil pengukuran pada layar.
2. Analisa Tensile Strength (Analisa Kuat Tarik) dan Elongation (kemuluran) dengan alat TENSO LAB tipe 168 E dengan menggunakan standar pengujian ASTM D 3379-75. (Rusmiyatno, 2007).

Cara pengujian adalah sebagai berikut :

1. Siapkan serat dengan panjang minimal 10 cm sesuai standar pengujian.
2. Setelah itu buat kertas dibentuk seperti Gambar 3.3, namun pada bagian tengahnya belum putus



Gambar 3.3 Ukuran uji tarik serat menurut standar ASTM D 3379-75.

3. Spesimen uji tarik diletakkan diantara kertas kemudian ujung serat direkatkan pada kertas dengan lem perekat. Tujuan ditempelkannya serat di kertas agar beban tarik hanya ditahan oleh serat, sehingga lembaran penahan serat hanya berfungsi menahan serat agar tidak slip dengan penjepitnya.
4. Setelah lembaran kertas dijepit pada cekam mesin uji tarik serat, lembaran serat dipotong, agar beban tarik hanya ditahan oleh serat saja.
5. Setelah siap baru dilakukan pengujian. Spesimen ditarik hingga putus, beban dicatat sehingga tensile strength dapat dihitung dan mendapatkan hasil yang maksimal.

3.4.4 Penentuan Parameter Kinetika Reaksi

Untuk menentukan parameter kinetika reaksi dari proses pemutihan dengan hidrogen peroksida maka diperlukan data konsentrasi OH^- dan konsentrasi hidrogen peroksida sisa setiap 10 menit. Konsentrasi OH^- diperoleh dari pengukuran pH dan konsentrasi H_2O_2 sisa diperoleh dari titrasi dengan KMnO_4 secara Permanganometri. Untuk menentukan persamaan laju kinetika reaksi menggunakan rumus :

$$r = \frac{k_1 C_P C_{OH}}{[1 + k_2 C_P][1 + k_3 C_{OH}]} \quad (\text{Liu, 2003})$$

dimana :

C_P = Konsentrasi H_2O_2 (Molar) pada waktu t menit

C_{OH} = Konsentrasi ion OH^- (Molar) pada waktu t menit

Nilai konstanta k_1 , k_2 dan k_3 diperoleh dari perhitungan data-data yang diperoleh seperti pH dan jumlah hidrogen peroksida sisa dengan bantuan software MATLAB. Untuk keterangan tentang rumus laju kinetika reaksi akan dijelaskan pada lampiran 1.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik bahan baku serat kelapa yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. Panjang serat : 5 – 30 cm
2. Kadar air rata-rata : 4,12 %
3. Kadar abu rata-rata : 5,23 %
4. Density (g/cm^3) : 1,22
5. Kuat tarik (*Tensile Strenght*) (MPa) : 59,99
6. Derajat kecerahan (*Brightness*) : 47,78

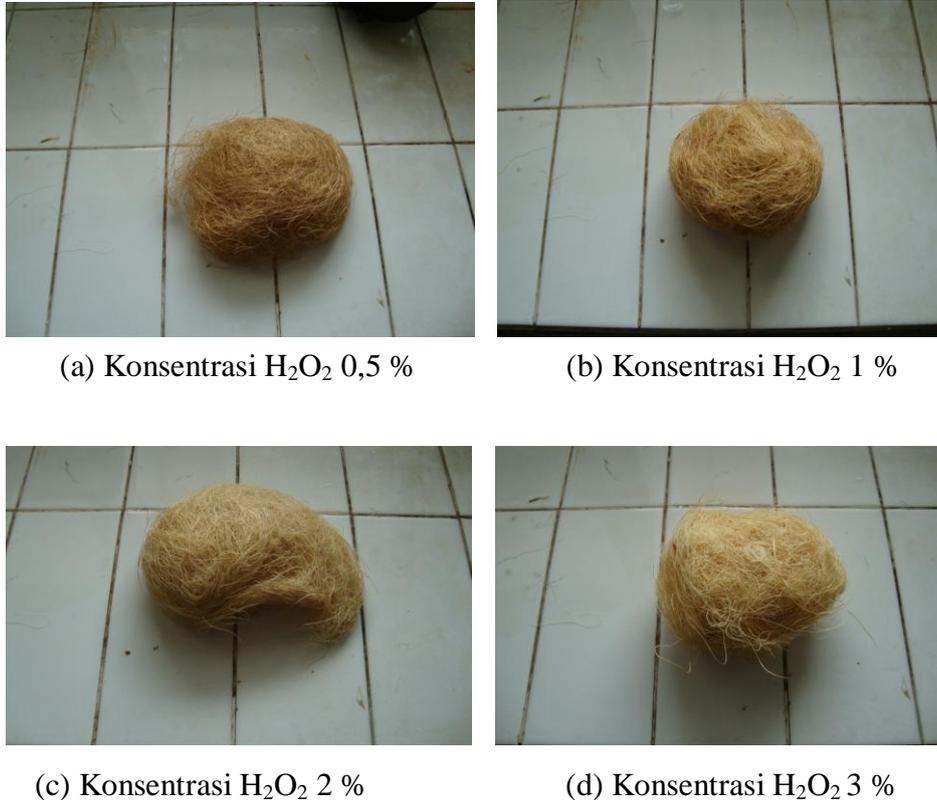
4.2 Pengaruh Variabel Operasi Berubah Terhadap Kualitas Serat Kelapa

Variabel operasi berubah yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi hidrogen peroksida , pH dan suhu. Masing-masing variabel operasi tersebut akan ditinjau terhadap derajat kecerahan (*brightness*) dan kuat tarik (*tensile strenght*) dari serat kelapa.

4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida Terhadap Kecerahan (*Brightness*) Serat

Proses pemutihan dengan hidrogen peroksida dilakukan dengan konsentrasi hidrogen peroksida bervariasi yaitu 0,5 %, 1%, 2% dan 3% dalam kondisi operasi yang tetap yaitu waktu proses bleaching 1 jam, pH 9 serta suhu 50

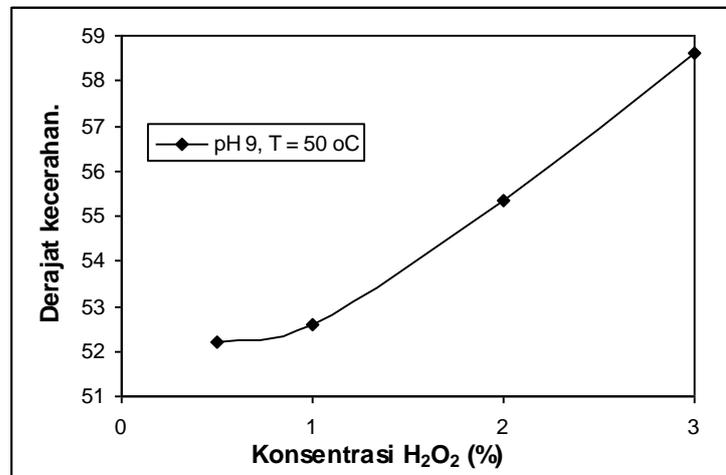
°C. Hasil dari masing-masing serat kelapa setelah perlakuan proses pemutihan disajikan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Serat kelapa hasil proses pemutihan dengan variasi konsentrasi H₂O₂

Gambar 4.1 secara visual memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi H₂O₂, serat kelapa yang dihasilkan semakin cerah. Selanjutnya masing – masing serat kelapa tersebut dianalisa derajat kecerahannya. Analisa derajat kecerahan dilakukan menggunakan alat Chromameter CR-400 Konika Minolta dengan sistem CIE 1976 L*, a*, b* pada Laboratorium Pangan Jurusan Teknologi Pangan Universitas Katolik Soegiyopranoto Semarang. Dari pengukuran tersebut diperoleh besaran L (*brightness*) yang menunjukkan derajat kecerahan dari serat.

Data hubungan antara konsentrasi hidrogen peroksida terhadap derajat kecerahan disajikan pada Gambar 4.2



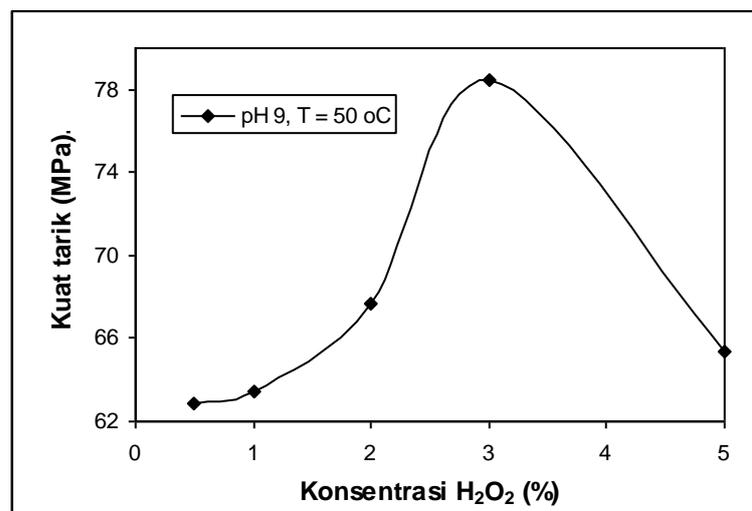
Gambar 4.2 Grafik hubungan konsentrasi H₂O₂ dengan derajat kecerahan serat (pH 9, T = 50 °C)

Gambar 4.2 menunjukkan adanya peningkatan derajat kecerahan dengan semakin meningkatnya konsentrasi hidrogen peroksida yang dipakai. Nilai derajat kecerahan untuk konsentrasi hidrogen peroksida 0,5 %, 1 %, 2 % dan 3 % berturut-turut adalah 52,20, 52,61, 55,35 dan 58,61. Selama proses pemutihan kondisi operasi ini terjadi penurunan pH yang sangat berarti yaitu ketika baru proses berjalan sekitar 10 menit pH turun menjadi 7, hal ini disebabkan jumlah NaOH yang ditambahkan sedikit pada saat awal sedikit sehingga sebelum 1 jam OH⁻ sudah habis bereaksi dengan hidrogen peroksida dan jika dilanjutkan hingga akhir maka pH turun menjadi sekitar 6 (keadaan asam). Proses pemutihan tidak efektif pada keadaan asam, karena hidrogen peroksida akan terdekomposisi menjadi air sehingga lambat bereaksi dengan gugus kromofor pada lignin, sehingga derajat kecerahan yang didapat rendah. Hal ini sesuai literatur menurut

Van Daam (2002) bahwa reaksi pemutihan dengan hidrogen peroksida akan efektif pada keadaan basa antara pH 8 hingga pH 12.

4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida Terhadap Kuat Tarik (*Tensile Strength*) Serat

Penelitian dengan variabel konsentrasi hidrogen peroksida ini dilakukan pada kondisi operasi tetap yaitu waktu 1 jam, pH 9 (keadaan alkali) dan suhu 50 °C. Menurut penelitian yang terdahulu (Prasad, dkk., 2005 dan Darmanto dkk, 2008) proses perendaman dalam larutan alkali dapat meningkatkan kuat tarik (*tensile strength*) dari serat tersebut. Analisa kuat tarik dilakukan menggunakan alat Tenso Lab tipe 168 E pada Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Data hubungan antara konsentrasi hidrogen peroksida terhadap kuat tarik disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik hubungan konsentrasi H₂O₂ dengan kuat tarik serat (pH 9, T = 50 °C)

Gambar 4.3 menunjukkan adanya peningkatan kuat tarik dengan semakin meningkatnya konsentrasi hidrogen peroksida yang dipakai. Nilai kuat tarik untuk konsentrasi hidrogen peroksida 0,5 %, 1 %, 2 % dan 3 % berturut-turut adalah 62,89 MPa, 63,44 MPa, 67,71 MPa dan 78,44 MPa. Penelitian ini sebelumnya telah melakukan penelitian pendahuluan dimana pada konsentrasi hidrogen peroksida 5 % kuat tarik yang dihasilkan menurun menjadi 65,18 MPa sehingga digunakan konsentrasi hidrogen peroksida antara 0,5 % hingga 3 %.

4.2.3 Pengaruh pH Terhadap Derajat Kecerahan (*Brightness*) Serat

Proses pemutihan serat kelapa dengan hidrogen peroksida dilakukan dengan variasi pH 9, 10, 11 dan 12 dengan konsentrasi H_2O_2 3 % dan suhu 50 °C. Untuk mendapatkan pH tersebut dilakukan pengaturan pH dengan menggunakan larutan NaOH. Untuk mendapatkan nilai pH yang dikehendaki maka digunakan alat pH meter. Derajat kecerahan serat sangat dipengaruhi oleh pH (Tutus,2004). Semakin basa larutan maka jumlah gugus anion perhidroksil (OOH^-) yang terbentuk tiap waktu semakin banyak. Sehingga reaksi yang terjadi antara gugus anion perhidroksil (OOH^-) dengan gugus kromofor pada lignin semakin cepat. Sehingga pehilangan gugus kromofor pada lignin semakin cepat. Hasil proses pemutihan serat kelapa dengan variasi pH disajikan pada Gambar 4.4



(a) pH 9



(b) pH 10

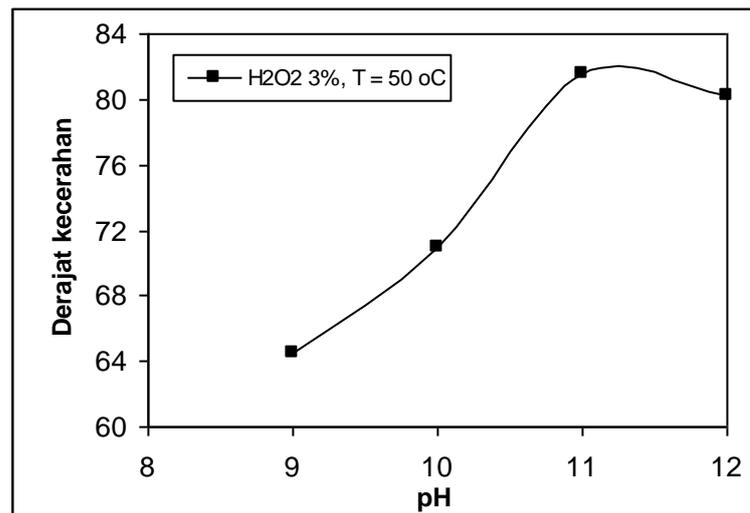


(c) pH 11

(d) pH 12

Gambar 4.4 Serat kelapa hasil proses pemutihan dengan variasi pH

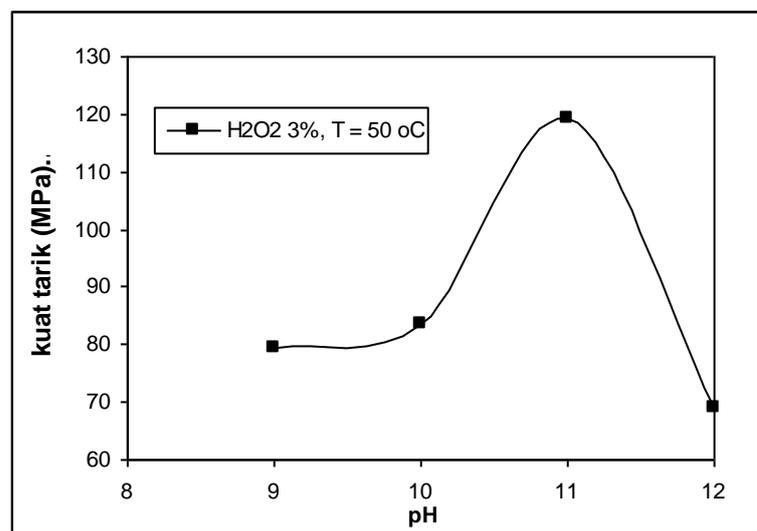
Gambar 4.4 menunjukkan pada pH 12, warna serat setelah diputihkan lebih kuning dibandingkan warna serat pada pH 11 yang berwarna kuning pucat. Sehingga sewaktu diukur menggunakan alat chromameter, nilai hasil pengukuran pH 11 yaitu 81,53 lebih tinggi dibandingkan pH 12 yaitu 80,22. Data hubungan antara pH dengan derajat kecerahan disajikan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik hubungan pH larutan dengan derajat kecerahan serat (H_2O_2 3 %, $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$)

4.2.4 Pengaruh pH Terhadap Kuat Tarik (*Tensile Strength*) Serat

Proses pemutihan yang dilakukan dalam kondisi alkali mempengaruhi kuat tarik serat. Menurut penelitian yang terdahulu (Prasad, dkk., 2005 dan Darmanto dkk, 2008) proses perendaman dalam larutan alkali dapat meningkatkan kuat tarik (*tensile strength*) dari serat tersebut. Pada pH 11 menghasilkan kuat tarik yang terbesar yaitu 119,38 MPa. Sedangkan pada pH 12 mengalami penurunan kuat tarik menjadi 68,97 MPa. Hal ini disebabkan pada pH 12, adanya degradasi atau penurunan kekuatan karena kerusakan pada selulosanya, sehingga mengurangi kekuatan dari serat itu. Hal ini sesuai yang dikemukakan Lewin (2007). Data hubungan pH dengan kuat tarik serat disajikan pada Gambar 4.6

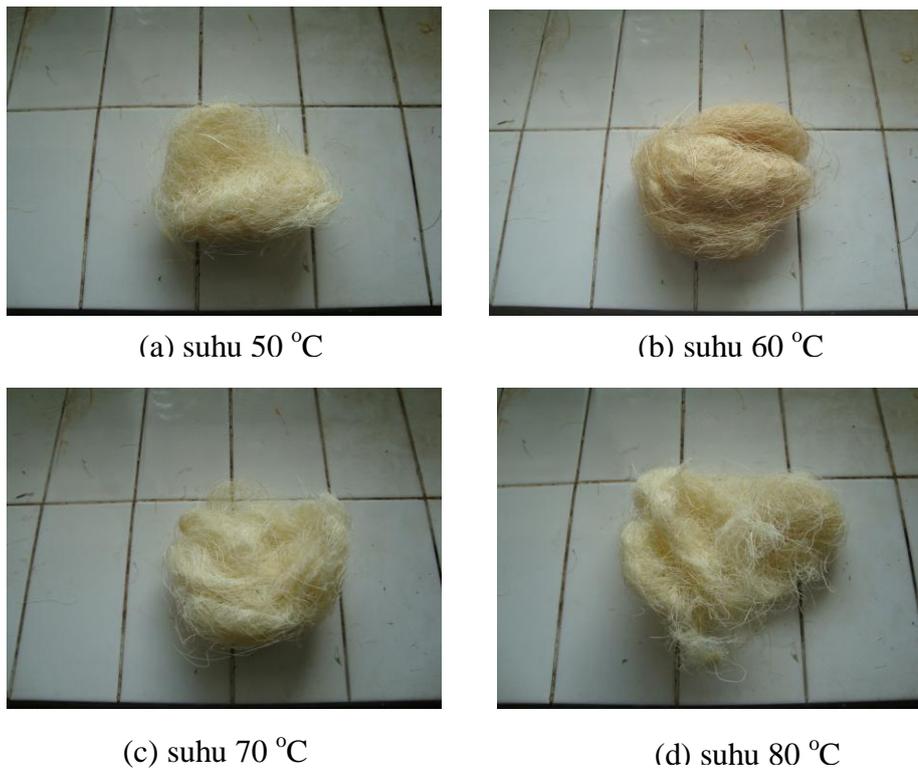


Gambar 4.6 Grafik hubungan pH dengan kuat tarik serat (H_2O_2 3 %, $T = 50^\circ\text{C}$)

4.2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Derajat Kecerahan (*Brightness*) Serat

Suhu mempengaruhi derajat kecerahan dari serat. Hal ini berhubungan dengan peningkatan kecepatan reaksi, dimana semakin tinggi suhu maka reaksi

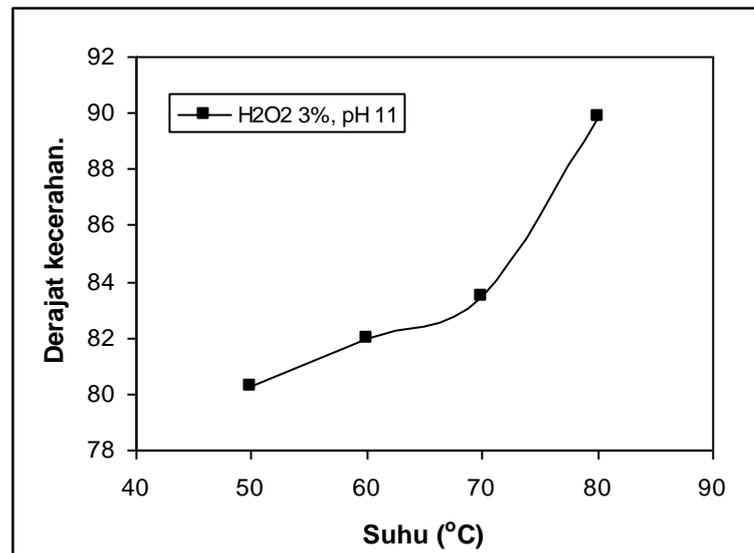
akan berlangsung lebih cepat (Van Daam,2002). Pada proses pemutihan, semakin tinggi suhu maka proses pembentukan gugus anion perhidroksil (OOH^-) akan semakin cepat sehingga hal ini akan berpengaruh pada proses penghilangan gugus kromofor pada lignin serat tersebut. Serat kelapa hasil proses pemutihan dengan variasi suhu disajikan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Serat kelapa hasil proses pemutihan dengan variasi suhu

Gambar 4.7 menunjukkan serat kelapa hasil proses pemutihan pada suhu 80 °C memiliki warna yang paling cerah. Setelah dilakukan analisa dengan alat Chromameter CR-400 diperoleh hasil pada suhu antara 50 – 70 °C, derajat kecerahan yang didapat hampir sama, yaitu antara 81- 83 %. Sedangkan pada suhu 80 °C diperoleh derajat kecerahan yang sangat tinggi yaitu 89,89 %. Hal ini disebabkan dengan semakin meningkatnya suhu maka reaksi yang berlangsung

semakin cepat. Hal ini didukung dengan nilai tetapan kinetika reaksi nilai k_1 dan k_3 (Tabel 4.10) yang didapat yang semakin besar dengan semakin meningkatnya suhu. Data hubungan antara suhu dengan derajat kecerahan disajikan pada Gambar 4.8

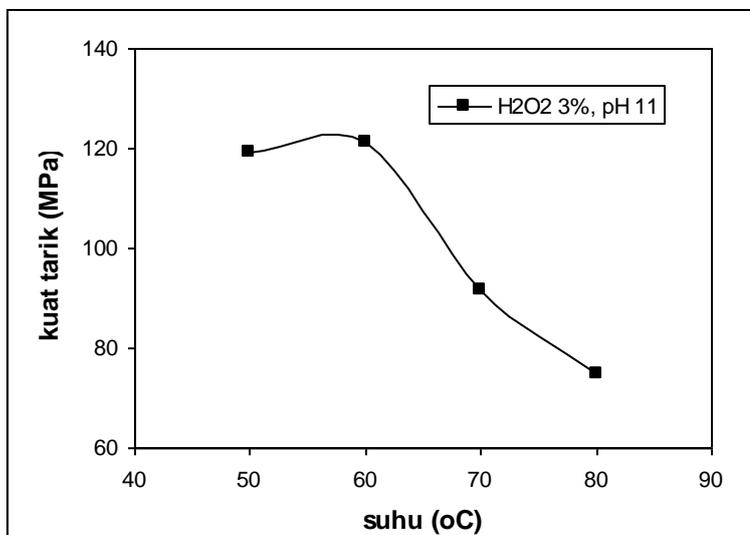


Gambar 4.8 Grafik hubungan suhu dengan derajat kecerahan serat. (H_2O_2 3 %, pH 11)

4.2.6 Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Tarik (*Tensile Strength*) Serat

Suhu berpengaruh terhadap kuat tarik serat. Hal ini disebabkan oleh reaksi yang terjadi antara gugus anion perhidroksil dengan lignin. Jika lignin telah habis bereaksi dengan gugus anion perhidroksil, maka gugus anion perhidroksil ini akan menyerang selulosa, sehingga akan mengurangi kekuatan dari serat tersebut. Pada suhu 50 - 60 °C kuat tarik serat relatif hampir sama. Tetapi pada suhu 70 °C mengalami penurunan kuat tarik serat menjadi 91,46 MPa dan pada suhu 80 °C menjadi 74,70 MPa. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suhunya maka semakin banyak selulosa yang mengalami degradasi sehingga kuat tarik semakin menurun.

Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Lewin (2007). Data hubungan antara suhu dengan kuat tarik disajikan pada Gambar 4.9



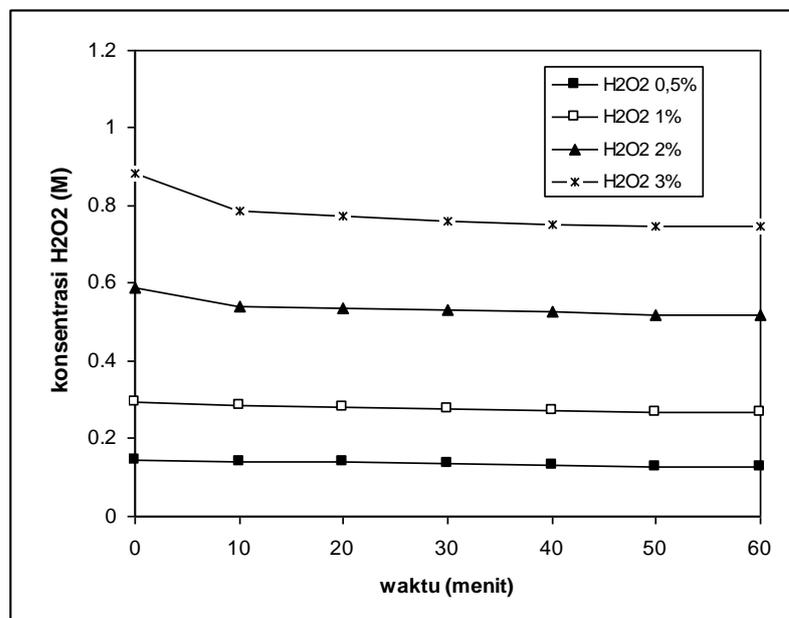
Gambar 4.9 Grafik hubungan suhu dengan kuat tarik serat (H_2O_2 3 %, pH 11)

4.3 Tinjauan Kinetika Reaksi

Reaksi pada proses pemutihan serat kelapa dengan hidrogen peroksida merupakan reaksi fase padat cair dengan absorpsi hidrogen peroksida dan ion hidroksida pada permukaan serat.

Nilai parameter kinetika reaksi diperoleh dengan pengambilan data tiap 10 menit sekali yaitu dilakukan pengukuran pH larutan dan dihitung konsentrasi H_2O_2 sisa yang diperoleh dari titrasi larutan dengan kalium permanganat secara permanganometri. Dari data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan persamaan (12) dan (26) dengan bantuan *Software* MATLAB 7.4.0. Dari pengolahan dengan bahasa pemrograman tersebut diperoleh nilai parameter kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 .

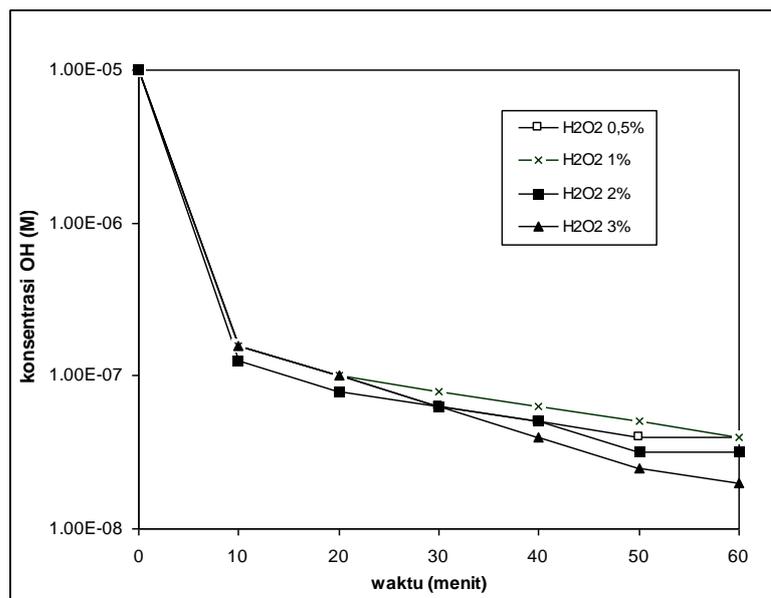
Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi konsentrasi H_2O_2 disajikan pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi konsentrasi H_2O_2 (pH 9, $T = 50^\circ\text{C}$)

Gambar 4.10 menunjukkan pada saat awal yaitu antara 0-10 menit terjadi penurunan konsentrasi yang sangat besar terutama pada konsentrasi H_2O_2 2 % dan 3 %, hal ini menunjukkan reaksi pemutihan terjadi lebih cepat pada awal reaksi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Liu (2003) bahwa reaksi pemutihan berlangsung sangat cepat pada awal reaksi

Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi konsentrasi H_2O_2 disajikan pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi konsentrasi H_2O_2 (pH 9, $T = 50^\circ\text{C}$)

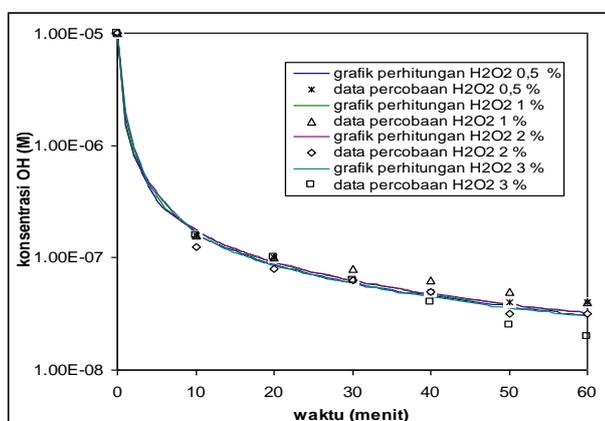
Gambar 4.11 menunjukkan penurunan konsentrasi OH^- yang sangat besar pada awal reaksi (proses pemutihan). Hal ini menunjukkan reaksi berlangsung lebih cepat pada awal proses pemutihan. Proses pemutihan ini dilakukan pada pH 9. Ketika reaksi sedang berlangsung 10 menit, pH sudah berubah menjadi netral sekitar 7 dan selanjutnya menjadi asam (pH sekitar 6). Pada pH asam penurunan konsentrasi menjadi kecil dan reaksi berjalan lambat. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Jones (1999). Pengolahan data menggunakan persamaan (12) dan (26) dengan bantuan *software* MATLAB 7.4.0 dapat diperoleh nilai parameter kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 , yang disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Parameter kinetika reaksi tiap konsentrasi H₂O₂ yang berbeda

Konstanta	H ₂ O ₂ 0,5 %	H ₂ O ₂ 1 %	H ₂ O ₂ 2 %	H ₂ O ₂ 3 %
k ₁ (M ⁻² det ⁻¹)	35,6488	17,1011	8,5066	6,1183
k ₂ (M ⁻¹)	0,1248	0,2410	0,6149	1,0927
k ₃ (M ⁻¹)	1,2784	2,6103	4,5688	5,2765

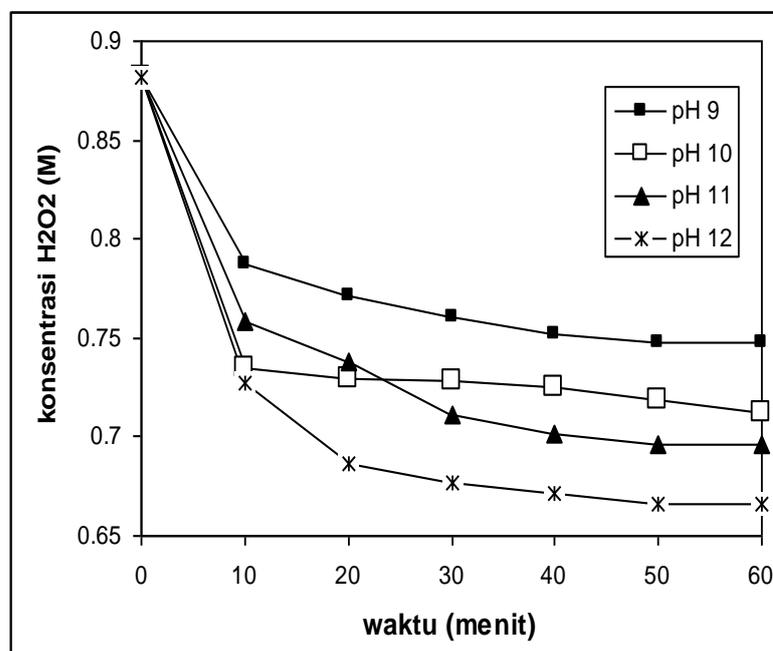
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi H₂O₂ semakin besar nilai k₂ dan k₃ sedangkan nilai k₁ semakin kecil. Hal ini menunjukkan dengan semakin meningkatnya konsentrasi H₂O₂, nilai konstanta absorpsi isothermal peroksida (K_{P1}) dan ion hidroksida (K_{OH1}) pada *single* kromofor *site* semakin besar sedangkan konstanta kecepatan reaksi untuk penghilangan kromofor (θ₁) semakin kecil. Absorpsi isothermal untuk ion hidroksida pada *single* kromofor *site* berlangsung lebih cepat dibandingkan absorpsi isothermal untuk peroksida, hal ini terlihat dari nilai k₃ lebih besar dari k₂.

Dari Tabel 4.1 dapat dibuat hubungan antara data percobaan dan grafik perhitungan disajikan pada Gambar 4.12

**Gambar 4.12** Data percobaan dan grafik perhitungan pada variasi konsentrasi

H₂O₂ .

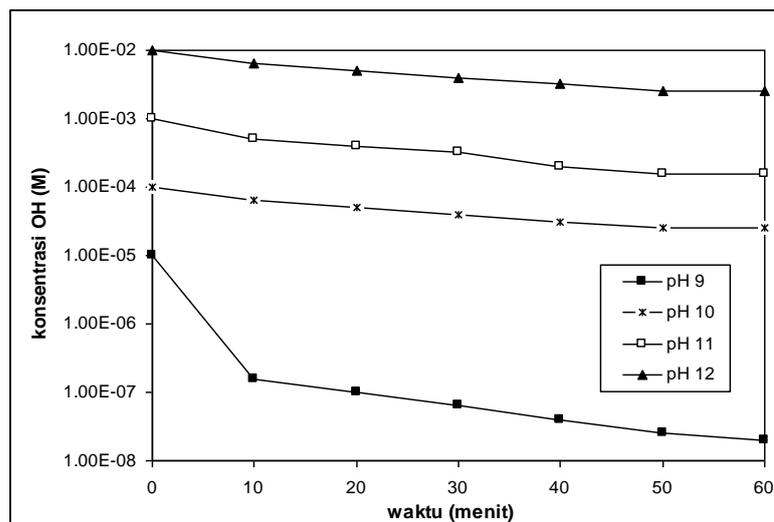
Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi pH disajikan pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi pH (H_2O_2 3 %, $T = 50^\circ\text{C}$)

Gambar 4.13 menunjukkan pada saat awal yaitu antara 0-10 menit terjadi penurunan konsentrasi yang sangat besar dan setelah selang sekitar 40 menit perubahan sangat kecil, hal ini disebabkan oleh reaksi yang mendekati titik kesesimbangannya. Semakin tinggi pH yang digunakan maka semakin cepat penurunan konsentrasi H_2O_2 tiap waktunya.

Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi pH disajikan pada Gambar 4.14



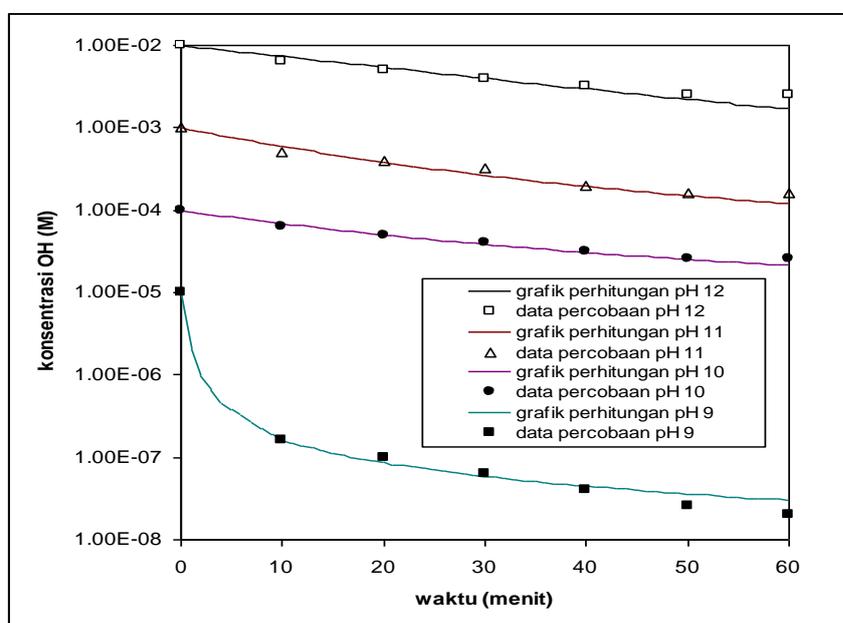
Gambar 4.14 Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi pH (H_2O_2 3%, $T = 50^\circ\text{C}$)

Gambar 4.14 menunjukkan perbedaan penurunan konsentrasi OH^- antara pH 9 dengan pH yang lain. Pada proses pemutihan yang dilakukan pH 9, Ketika reaksi sedang berlangsung 10 menit, pH sudah berubah menjadi netral sekitar 7 dan selanjutnya menjadi asam. (pH sekitar 6). Sedangkan pada pH lain relatif stabil. Pengolahan data menggunakan persamaan (12) dan (26) dengan bantuan *software* MATLAB 7.4.0 dapat diperoleh nilai parameter kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 seperti disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Parameter kinetika reaksi tiap pH yang berbeda

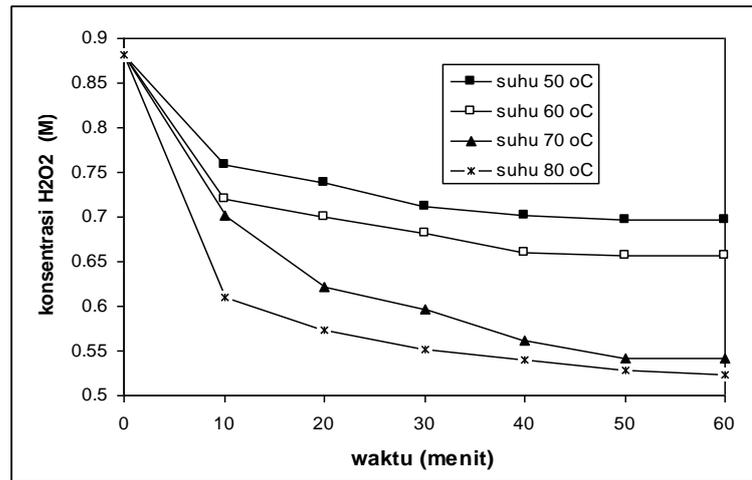
Konstanta	pH 9	pH 10	pH 11	pH 12
k_1 ($\text{M}^{-2} \text{det}^{-1}$)	6,1183	0,1091	0,2663	0,5124
k_2 (M^{-1})	1,0927	1,5374	3,6174	12,4736
k_3 (M^{-1})	5,2765	6,5268	11,7471	25,5560

Tabel 4.2 menunjukkan pada proses bleaching dengan variasi pH 9, 10, 11 dan 12 diperoleh kenaikan harga k_1 , k_2 dan k_3 (kecuali harga k_1 pada pH 9). Hal ini menunjukkan semakin tinggi pH semakin besar nilai konstanta absorpsi isothermal peroksida (K_{PI}) dan ion hidroksida (K_{OH1}) pada *single* kromofor *site* dan konstanta kecepatan reaksi untuk penghilangan kromofor (θ_1). Dari Tabel 4.2 dapat dibuat hubungan antara data percobaan dan grafik perhitungan seperti disajikan pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Data percobaan dan grafik perhitungan pada variasi pH

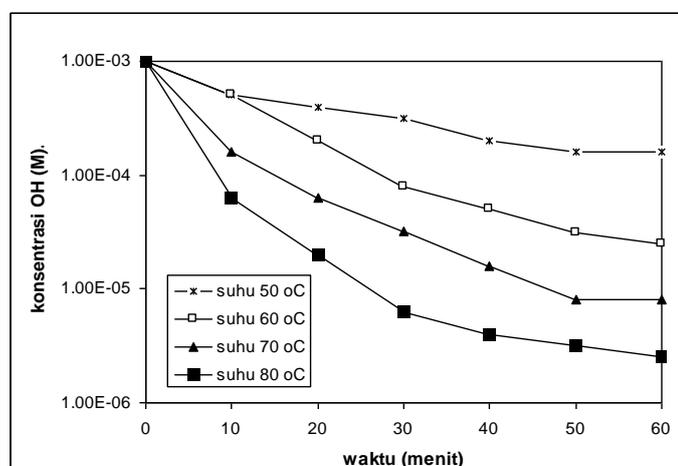
Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi suhu disajikan pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 Grafik hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap waktu pada variasi suhu (H_2O_2 3% , pH 11)

Gambar 4.13 menunjukkan semakin tinggi suhunya maka semakin cepat penurunan konsentrasi H_2O_2 . Penurunan konsentrasi tertinggi pada suhu 80 °C.

Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi suhu seperti disajikan pada Gambar 4.17



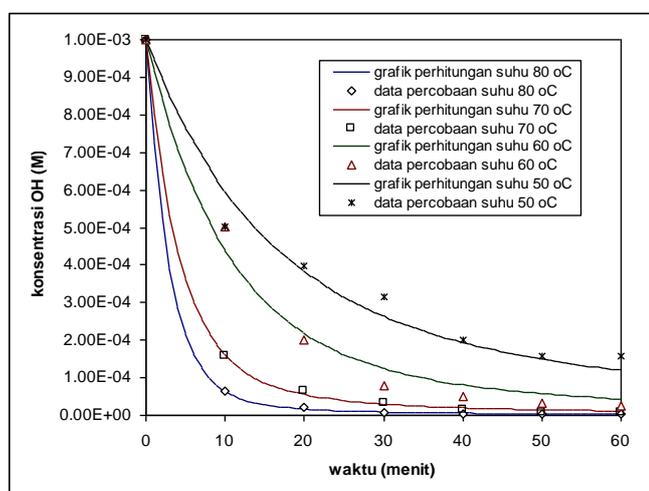
Gambar 4.17 Grafik hubungan konsentrasi OH^- terhadap waktu pada variasi suhu (H_2O_2 3% , pH 11)

Pengolahan data menggunakan persamaan (12) dan (26) dengan bantuan bahasa pemrograman MATLAB dapat diperoleh nilai parameter kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 yang disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Parameter kinetika reaksi tiap suhu yang berbeda

Konstanta	suhu 50 °C	suhu 60 °C	suhu 70 °C	suhu 80 °C
k_1 ($M^{-2} \text{det}^{-1}$)	0,2663	0,8671	2,2652	7,7939
k_2 (M^{-1})	3,6174	8,6893	9,0754	21,6535
k_3 (M^{-1})	11,7471	13,5169	19,4627	84,1870

Tabel 4.3 menunjukkan nilai parameter kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 mengalami kenaikan. Hal ini sesuai dengan hukum Arrhenius bahwa nilai parameter kinetika reaksi bertambah jika temperatur dinaikkan. Dari Tabel 4.10 dapat dibuat hubungan antara data percobaan dan grafik perhitungan seperti disajikan pada Gambar 4.18



Gambar 4.18 Data percobaan dan grafik perhitungan pada variasi suhu

4.4 Hasil Analisa Produk Akhir

Dari hasil percobaan didapat kondisi yang paling baik dari serat kelapa hasil pemutihan dengan H_2O_2 serta saat sebelum mengalami modifikasi seperti yang terlihat pada Gambar 4.19 dan Tabel 4.4



(a) sebelum diputihkan

(b) setelah diputihkan

Gambar 4.19 Serat kelapa sebelum diputihkan dan setelah diputihkan

Gambar 4.19 menunjukkan perubahan warna dari serat kelapa yang berwarna merah coklat sebelum proses pemutihan menjadi kuning muda setelah proses pemutihan.

Tabel 4.4 Perbandingan serat kelapa dengan serat lain

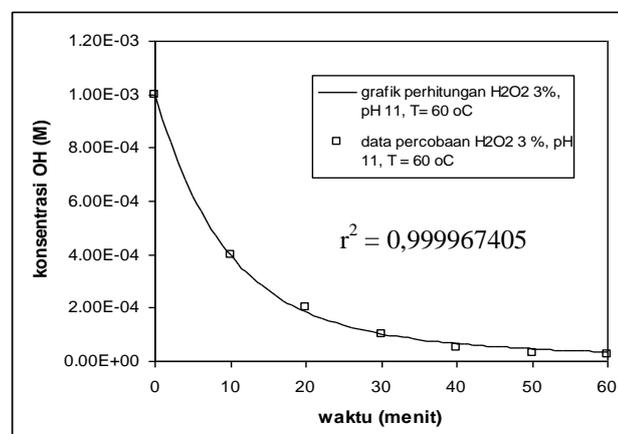
Material Bahan	Derajat kecerahan	Kuat tarik MPa	Density gr/cm ³
Serat Kelapa Sebelum Pemutihan	47,78	59,99	1,22
Serat Kelapa Setelah Pemutihan pada kondisi terbaik	82,10	119,75	1,19
Serat epoksi	-	55 - 130	1,1 – 1,3
Serat fiber glass (produk Temati Co)	-	2400	2,56

Tabel 4.4 menunjukkan perbedaan antara serat kelapa sebelum diputihkan dengan serat kelapa setelah diputihkan. Dari derajat kecerahan dan kuat tarik yang didapat, pada serat kelapa setelah diputihkan memiliki sifat yang lebih baik dibanding pada serat kelapa sebelum diputihkan. Hal ini sesuai dengan literatur yang dikemukakan oleh Van Daam (2002). Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa kuat tarik dan densitas serat kelapa setelah diputihkan sebanding dengan serat epoksi, tetapi kuat tarik serat kelapa jauh lebih kecil dibandingkan kuat tarik serat fiber glass yang diproduksi oleh Temati Co.

Pengolahan data dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman MATLAB diperoleh nilai k_1 , k_2 , dan k_3 berturut-turut adalah $1,0157 \text{ M}^{-2} \text{ det}^{-1}$, $9,0787 \text{ M}^{-1}$ dan $12,0598 \text{ M}^{-1}$. Sehingga dengan rumus persamaan 12 diperoleh

$$r = \frac{1,0157 C_p C_{OH}}{[1 + 9,0787 C_p][1 + 12,0598 C_{OH}]}$$

Grafik hubungan antara data percobaan dan hasil perhitungan disajikan pada gambar 4.20



Gambar 4.20 Hubungan data percobaan dan grafik perhitungan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut

1. Perubahan konsentrasi H_2O_2 , perubahan pH (keadaan basa) dan Perubahan suhu mempengaruhi derajat kecerahan dan kuat tarik serat.
2. Kondisi optimum proses pemutihan serat kelapa dengan H_2O_2 diperoleh pada konsentrasi H_2O_2 3 %, pH 11 dan suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$
3. Pada kondisi optimum diperoleh konstanta kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3 berturut-turut adalah $1,0157\text{ M}^{-2}$, $9,0787\text{ M}^{-1}$ dan $12,0598\text{ M}^{-1}$.

V.2 Saran

Penelitian ini dapat menjadi dasar dari penelitian lanjutan dimasa depan. Kelanjutan penelitian gabungan dengan bidang lain sehingga dapat dikaji lebih mendalam dari serat kelapa hasil proses pemutihan sebagai reinforced fiber sehingga benar-benar dapat diaplikasikan dalam bidang industri maupun masyarakat.

BAB VI

RINGKASAN

Serat kelapa dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih berkualitas. Saat ini sedang berkembang penelitian tentang serat alami sebagai bahan pengisi matriks komposit (Bathia, 2008). Serat kelapa sebagai salah satu serat alami mempunyai kelebihan seperti kuat, elastisitas, tahan terhadap peruraian mikroba, tahan terhadap salinitas, biodegradable dan banyak tersedia di alam (Khan, 2003). Proses pemutihan (*bleaching*) adalah salah satu proses yang sangat penting pada proses pembuatan serat kelapa. Perbedaan kondisi pada proses pemutihan seperti konsentrasi bahan pemutih (*bleaching agent*), pH, temperatur, katalis dan waktu mempengaruhi kualitas produk serat kelapa yang dihasilkan seperti kekuatan, elastisitas dan derajat keputihan. Hidrogen peroksida telah banyak digunakan pada proses bleaching pada industri Pulp. Hidrogen peroksida mempunyai kelebihan yaitu sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan oksidator lain karena peruraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen (Filho, 2002) dan kekuatan oksidatornya pun dapat diatur sesuai kebutuhan (Potucek, 2000) , sehingga dalam penelitian ini digunakan hidrogen peroksida.

Proses pemutihan dimulai dengan menimbang serat kelapa sebesar 100 gram, selanjutnya dimasukkan dalam reaktor tangki berpengaduk. Ditambahkan hidrogen peroksida sebanyak 2 liter, NaSiO_3 sebanyak 10 gr. Selanjutnya proses bleaching dilakukan dengan variasi suhu 50, 60, 70 dan 80 °C. Selama percobaan juga akan divariasikan pH antara 9, 10, 11 dan 12 dengan ketelitian $\pm 0,1$. pH diatur dengan penambahan NaOH. Pengaturan suhu dilakukan dengan mencelupkan tanki ke dalam waterbath. Setiap 5 menit diambil larutan hidrogen peroksida untuk dititrasi dengan KMnO_4 untuk mengetahui hidrogen peroksida sisa.

Kondisi akhir proses pemutihan diperoleh hasil yang paling baik pada kondisi konsentrasi H_2O_2 , pH, dan suhu berturut – turut yaitu 3 %, 11, dan 60 °C. Hasil analisa dari kondisi tersebut didapat derajat kecerahan dan kuat tarik masing-masing 82,10 dan 119,75 MPa. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya perubahan yang cukup signifikan antara serat kelapa sebelum diputihkan dengan serat kelapa setelah diputihkan. Dari kinetika reaksi pada kondisi tersebut diperoleh nilai k_1 , k_2 , dan k_3 berturut-turut yaitu $1,0157 \text{ M}^{-2} \text{ det}^{-1}$, $9,0787 \text{ M}^{-1}$ dan $12,0598 \text{ M}^{-1}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. (2009). *Cocopreneurship : Aneka Peluang Bisnis dari Kelapa*. Lily Publisher : Yogyakarta
- Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., and Khedari, J. (2005). *Development of Coconut Coir-Based Lightweight Cement Board*. Journal of Construction and Building Material, Vol 72 : 233-240
- Astina. (2008). *Pengaruh Pemutihan (Bleaching) dan Pewarnaan terhadap Kualitas Serabut Kelapa sebagai Bahan Baku Kerajinan*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta
- Bathia, S. (2008). *Bridging the Gap Between Engineering and the Global World: A Case Study of the Coconut (Coir) Fiber Industry in Kerala, India*. Morgan and Claypool Publisher : New York
- Batubara, R. (2006). *Teknologi Bleaching Ramah Lingkungan*. Universitas Sumatra Utara : Medan
- Beltran. F. J. (2005). *Ozone Reaction Kinetics for Water and Wastewater Systems*. Lewis Publisher : Florida.
- Bismarck, A., Mohanty, A. K., and Aranberri-askargotra, I. (2001). *Surface Characterization of Natural Fibers ; Surface Properties and The Water Up-take Behavior of Modified Sisal and Coir Fibers*. Journal Green Chemistry, Vol 3 : 100-107
- Bjorklund, M. (2008). *Bleaching of Pulp*. United States Patent no. 6.777.548 B1, 23 November 2008
- Brahmakumar, M., Pavithran, C., and Pillai, R. M. (2005). *Coconut Fibre Reinforced Polyethylene Composites : Effect of Natural Waxy Surface Layer of The Fibre on Fibre/Matrix Interfacial Bonding and Strength of Composites*. Journal of Composites Science and Technology, Vol 65 : 563-569.
- Darmanto, S., Umardhani, Y., Setyoko, B., dan Kusumayanti, H,. (2008). *Peningkatan Kualitas Pelepah Kelapa Sebagai Serat Komposit Otomotif dengan Perlakuan Kimia dan Fisik*. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro : Semarang

- Filho, C., and Ulrich, H. (2002). *Hydrogen Peroxide in Chemical Pulp Bleaching*. Iberoamerican Congress on Pulp and Paper Research : Brasil
- Giles, M. (2009). *Process for Bleaching Pulp*. International Patent. Intellectual Property Department : Washington DC
- Greschik, T. (2008). *Treatment of Pulp*. United States Patent Application no.6.557.234 B1. 18 Mei 2008
- Hill, C. N. (2001). *A Vertikal Empire : History of The UK Rocket and Space Programme*. Imperial College Press : United Kingdom
- Jones, C. (1999). *Application of Hydrogen Peroxide and Derivates*. RSC Publisher : Cambridge
- Khan, M., Siraj, M. S., and Rahman, M. (2003). *Improvement of Mechanical Properties of Coir Fiber (Cocus nucifera) with 2-Hydroxyethyl Methacrylate (HEMA) by Photocuring*. Journal Polymer-Plastics Technology and Engineering. Vol 42 : 253-267
- Lewin, M. (2007). *Handbook of Fiber Chemistry 3rd Edition*. CRC Press Taylor and Francis Group : New York
- Liu, S. (2003). *Chemical Kinetics of Alkaline Peroxide Brightening of Mechanical Pulps*. Journal of Chemical Engineering Science, Vol 58 : 2229-2244
- Melgosa, M. (1999). *Testing CIELAB-Based Color-Difference Formula*. Journal Color Research and Application. Vol 25 : 49-55
- Nagiev, T. (2007). *Coherent Synchronized Oxidation Reactions by Hydrogen Peroxide*. Elsevier B. V. : Amsterdam
- Onggo, H. dan Astuti, J. T. (2004). *Pengaruh Sodium Hidroksida dan Hidrogen Peroksida terhadap Rendemen dan Warna Pulp dari Serat Daun Nanas*. Pusat Penelitian Fisika-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) : Bandung
- Potucek, F. and Milichovsky, M. (2000). *Kraft Pulp Bleaching with Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid*. Journal Chem Papers, Vol 54 : 406- 411
- Ravindranath, A. (1997). *A study on Bleaching of Coir Using Bacterialcultures*. Proceedings of The International Workshop on Wet Processing of Coir : USA
- Sapuan, S. M.,. (2005). *Tensile strenghts of Coconut Spathe-fiber Reinforced Epoxy Composites*. Journal of Tropical Algiculture. Vol. 43 : 63-65.

Subaida, E., Chandrakaran, S., and Sankar, N. (2008). *Experimental Investigation on Tensile and Pullout Behavior of Woven Coir Geotextile*. Journal Geotextile and Geomembranes. Vol 26 : 384-392

Tutus, A. (2004). *Bleaching of Rice Straw Pulps with Hidrogen Peroxide*. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol 8 : 1327-1329

Van Dam, J.E.G. (2002). *Coir Processing Technologies: Improvement of Drying, Softening, Belaching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings*. FAO and CFC : Netherlands

Walsh, P. (1991). *Hydrogen Peroxide: Innovation in Chemical Pulp Bleaching*. Interlox America : Houston

Waney, N. (2002). *Traditional versus Intensive Coconut Production in North Sulawesi*. Sam Ratulangi University : Manado

Yung, L. C. (2004). *Mechanical Properties and Dielectric Constant of Coconut Coir-Filled Propylene*. Universiti Putra Malaysia : Malaysia

<http://www.h2o2.com/intro/overview.html> diakses tanggal 3 februari 2010

<http://www.scribd.com/doc/9507466/Secret-of-Hydrogen-Peroxide> diakses tanggal 3 februari 2010

<http://library.thinkquest.org/27034/index.html> diakses tanggal 12 februari 2010

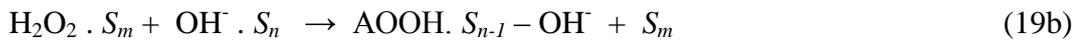
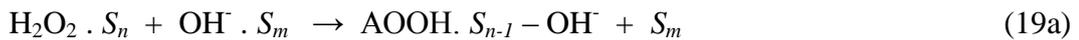
<http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditasutama/5-kelapa> diakses tanggal 30 Maret 2010

<http://www.bps.go.id/index.php/hasilperkebunan> diakses tanggal 30 maret 2010

<http://www.answers.com/topic/bleach> diakses tanggal 2 April 2010

Lampiran 1. Penjabaran Rumus Kinetika Reaksi Proses Bleaching dengan H₂O₂

Reaksi pada proses bleaching serat kelapa dengan hidrogen peroksida merupakan reaksi fase padat cair dengan absorpsi hidrogen peroksida dan ion hidroksida pada permukaan serat. Reaksi secara umum adalah sebagai berikut :



Dimana :

S_n = *n-chromophore site (active site)* pada serat kelapa

S_m = *m-chromophore site (active site)* pada serat kelapa

AOOH = produk organik “ringan” yang terbentuk selama pemutusan kromofor oleh hidrogen peroksida

Laju reaksi untuk menghilangkan single kromofor adalah sebagai berikut :

$$r = k_I' \theta_{P1} \theta_{OH1} \quad (20)$$

dimana

$$\theta_{P1} = \frac{K_{P1} \theta_1 h_f C_P}{1 + K_{P1} h_f C_P} \quad (21)$$

dan

$$\theta_{OH1} = \frac{K_{OH1} \theta_1 h_f C_{OH}}{1 + K_{OH1} h_f C_{OH}} \quad (22)$$

Sehingga dari persamaan reaksi 13,14, 15a, 15b dan 16 diperoleh rumus reaksi sebagai berikut :

$$r = \frac{k_1 \theta_1^2 h_f^2 C_p C_{OH}}{[1 + K_{p1} h_f C_p][1 + K_{OH1} h_f C_{OH}]} \quad (23)$$

dimana :

$$k_1 = k_1' K_{p1} K_{OH1}$$

Sehingga rumus menjadi seperti persamaan 12 yaitu :

$$r = \frac{k_1 C_p C_{OH}}{[1 + k_2 C_p][1 + k_3 C_{OH}]}$$

dengan

$$k_1 = k_1' \theta_1^2 h_f^2$$

$$k_2 = K_{p1} h_f$$

$$k_3 = K_{OH1} h_f$$

$$\text{dimana } r = -\frac{dC_{OH}}{dt} \quad (24)$$

berdasarkan persamaan reaksi :



$$\text{Awal} \quad : \quad C_{Po} = A \cdot C_{OHo} \quad C_{OHo}$$

$$\text{Reaksi} \quad : \quad \quad \quad x \quad \quad x$$

$$\text{Setimbang} \quad : \quad A \cdot C_{OHo}(1 - x) \quad C_{OHo}(1 - x)$$

$$\text{Dimana} \quad : \quad C_{OH} = C_{OHo} (1 - x)$$

$$C_p = A C_{OHo} (1 - x)$$

$$= A C_{OH}$$

Persamaan diatas menjadi :

$$-\frac{dC_{OH}}{dt} = \frac{Ak_1C_{OH}^2}{[1+k_2AC_{OH}][1+k_3C_{OH}]} \quad (26)$$

Dimana :

C_{OH_0} = Konsentrasi hidrogen peroksida (Molar) pada saat awal t_0

C_{OH} = Konsentrasi hidrogen peroksida (Molar) pada saat t

A = perbandingan konsentrasi hidrogen peroksida dengan ion OH^-

Lampiran 2. Contoh Cara Menghitung Nilai Konstanta Kinetika Reaksi k_1 , k_2 dan k_3 dari Masing-Masing Percobaan.

Langkah –langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Data percobaan yang diperoleh dimasukkan dalam program MATLAB yang sudah dibuat.
2. Program MATLAB adalah sebagai berikut :

```
%%call

param(1)=1000000;
param(2)=5.9;
param(3)=10;
t_x=[0,10,20,30,40,50,60
;0.001000000000,0.00039811000,0.00019953000,0.0001,0.00005011
900,0.00003162200,0.00002511900];

time=[0 :60];
x0=t_x(2,1);
option=optimset('display','iter');

par_opt = fminsearch(@optim_fib(x),[param],option)
%par_opt=FMINCON(@optim_fib,param,[],[],[],[],[0 0
0],[1000000 1000000 1000000],[],option)
[t,ymodel]=ode23s(@fibsse_new,time,x0,[],par_opt);

plot(t_x(1,:),t_x(2,:), '* ',t,ymodel)
```

dan

```
%function error_fib=optim_fib(param);
function err=optim_fib(param)

t_x=[0,10,20,30,40,50,60
;0.001000000000,0.00039811000,0.00019953000,0.0001,0.00005011
900,0.00003162200,0.00002511900];

param1=param(1);
param2=param(2);
param3=param(3);

param_opt=[param1,param2,param3];
time=[0:1:60];
x0=t_x(2,1);
[t,ymodel]=ode23s(@fibsse_new,time,x0,[],param_opt);
yexp=t_x(2,:);
y_model_interp=interp1(t,ymodel,t_x(1,:));
```

```
err_data=y_model_interp-yexp;
```

```
err=err_data*err_data';
```

Dengan program utama sebagai berikut :

```
function dCdt=fibsse_new(t,x,param)
% global t COH k1 k2 k3 A COHO
k1=param(1);
k2=param(2);
k3=param(3);

dCdt=(881.8*param(1).*x.^2)./((1+param(2)*881.8*x).*(1+param
(3)*x));

%s fibsse=sum(error.^s2);
```

3. Dari program tersebut diiterasi maka diperoleh hasil nilai konstanta kinetika reaksi k_1 , k_2 dan k_3

Lampiran 3. Laporan Hasil Analisa Derajat Kecerahan Serat Kelapa pada Variasi Konsentrasi H₂O₂

Laporan Hasil Analisa

1. Asal Sampel :Bapak Achmad Wildan (Magister Teknik Kimia UNDIP)
2. Jenis Sampel :Sabut Kelapa
3. Jumlah Sampel :4 sampel
4. Kode Sampel :0.5%, 1%, 2% dan 3%
5. Parameter :Warna dengan Chromameter CR-400 Konica Minolta
6. Tanggal Penerimaan:21 April 2010
7. Keadaan Sampel :Dalam plastik tertutup rapat
8. Hasil Pengujian :

No	Kode	L	a	b	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
1.	0,50 %	53,93	4,21	16,55	-43,59	4,34	15,26	46,38
2.	0,50 %	52,06	4,64	15,43	-45,45	4,77	14,13	47,84
3.	0,50 %	50,62	5,35	15,77	-46,89	5,48	14,47	49,38
4.	1%	52,09	5,00	17,33	-45,42	5,13	16,03	48,44
5.	1 %	53,48	4,53	17,15	-44,04	4,66	15,85	47,03
6.	1 %	52,26	3,85	16,60	-45,25	3,98	15,31	47,94
7.	2 %	56,20	4,59	16,10	-41,31	4,72	14,81	44,14
8.	2 %	54,43	4,16	15,56	-43,08	4,29	14,26	45,58
9.	2 %	55,43	4,43	15,45	-42,08	4,55	14,15	44,63
10.	3 %	59,10	3,27	21,25	-38,41	3,39	19,96	43,42
11.	3 %	57,93	5,27	22,23	-39,58	5,40	20,93	45,10
12.	3 %	58,80	3,95	22,48	-38,71	4,08	21,18	44,31

Keterangan :

1. Data pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji pada tanggal penerimaan sampel tersebut.
2. Data pengujian ini dianggap sah apabila menggunakan kertas kop surat yang resmi dan dibubuhi tanda tangan dan stempel yang asli.

Semarang, 21 April 2010

Hormat kami,

Ka. Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan

Inneke Hantoro, STP, MSc

Lampiran 4. Laporan Hasil Analisa Derajat Kecerahan Serat Kelapa pada Variasi pH

Laporan Hasil Analisa

1. Asal Sampel :Bapak Achmad Wildan (Magister Teknik Kimia UNDIP)
2. Jenis Sampel :Sabut Kelapa
3. Jumlah Sampel :4 sampel
4. Kode Sampel :pH 10, pH 11, pH 12 dan sebelum bleaching
5. Parameter :Warna dengan Chromameter CR-400 Konica Minolta
6. Tanggal Penerimaan:3 Mei 2010
7. Keadaan Sampel :Dalam plastik tertutup rapat
8. Hasil Pengujian :

Kode	L	a	b	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
pH 10	71,23	0,03	17,35	-26,29	0,16	16,06	30,80
pH 10	70,06	1,58	18,33	-27,45	1,71	17,04	32,36
pH 10	71,65	1,04	20,57	-25,86	1,17	19,28	32,28
pH 11	81,77	-3,38	17,85	-15,74	-3,25	16,56	23,08
pH 11	81,39	-2,58	19,11	-16,12	-2,45	17,81	24,15
pH 11	81,44	-3,61	16,33	-16,07	-3,48	15,04	22,28
pH 12	80,22	-6,14	27,96	-17,29	-6,01	26,66	32,34
pH 12	80,00	-5,11	27,64	-17,08	-4,98	26,34	32,02
pH 12	80,43	-6,23	28,10	-17,29	-6,11	26,80	32,37
Sebelum bleaching	47,31	5,01	10,54	-50,20	5,14	9,24	51,31
Sebelum bleaching	48,50	5,20	12,04	-49,01	5,33	10,75	50,46
Sebelum bleaching	47,52	4,81	10,52	-49,99	4,94	9,23	51,07

Keterangan :

1. Data pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji pada tanggal penerimaan sampel tersebut.
2. Data pengujian ini dianggap sah apabila menggunakan kertas kop surat yang resmi dan dibubuhi tanda tangan dan stempel yang asli.

Semarang, 5 Mei 2010

Hormat kami,

Ka. Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan

Inneke Hantoro, STP, MSc

Lampiran 5. Laporan Hasil Analisa Derajat Kecerahan Serat Kelapa pada Variasi Suhu

Laporan Hasil Analisa

1. Asal Sampel : Bapak Achmad Wildan (Magister Teknik Kimia UNDIP)
2. Jenis Sampel : Sabut Kelapa
3. Jumlah Sampel : 3 sampel
4. Kode Sampel : 60°C, 70°C, 80°C
5. Parameter : Warna dengan Chromameter CR-400 Konica Minolta
6. Tanggal Penerimaan: 19 Mei 2010
7. Keadaan Sampel : Dalam plastik tertutup rapat
8. Hasil Pengujian :

Kode	L	a	b	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
60°C	81,36	-2,79	13,19	-16,15	-2,66	11,90	20,23
60°C	82,11	-3,11	15,96	-15,40	-2,99	14,67	21,48
60°C	82,53	-3,10	14,80	-14,98	-2,97	13,51	20,38
70°C	83,3	-2,92	19	-14,21	-2,79	17,7	22,87
70°C	83,14	-2,86	15,73	-14,37	-2,73	14,44	20,55
70°C	84,07	-2,96	17,17	-13,44	-2,83	15,88	20,99
80°C	89,64	-3,74	18,16	-7,87	-3,61	16,87	18,96
80°C	89,69	-2,68	18,76	-7,82	-3,75	17,46	19,5
80°C	90,34	-3,8	18,12	-7,17	-3,67	16,83	18,66
Plate Kalibrasi	96,74	-0,43	2,03	-0,77	-0,3	0,73	1,11

Keterangan :

1. Data pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji pada tanggal penerimaan sampel tersebut.
2. Data pengujian ini dianggap sah apabila menggunakan kertas kop surat yang resmi dan dibubuhi tanda tangan dan stempel yang asli.

Semarang, 19 Mei 2010

Hormat kami,

Ka. Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan

Inneke Hantoro, STP, MSc

Lampiran 6. Laporan Hasil Analisa Derajat Kecerahan Serat Kelapa pada Kondisi Optimum

Laporan Hasil Analisa

1. Asal Sampel : Bapak Achmad Wildan (Magister Teknik Kimia UNDIP)
2. Jenis Sampel : Sabut Kelapa
3. Jumlah Sampel : 1 sampel
4. Kode Sampel : H₂O₂3%, T60°C, pH11 (optimum)
5. Parameter : Warna dengan Chromameter CR-400 Konica Minolta
6. Tanggal Penerimaan: 18 Juni 2010
7. Keadaan Sampel : Dalam plastik tertutup rapat
8. Hasil Pengujian :

Kode	L	a	b	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
H ₂ O ₂ 3%, T60°C, pH11 (optimum)	81,53	-1,76	18,04	-15,98	-1,63	16,75	23,21
H ₂ O ₂ 3%, T60°C, pH11 (optimum)	82,03	-2,08	17,24	-15,48	-1,95	15,95	22,31
H ₂ O ₂ 3%, T60°C, pH11 (optimum)	82,75	-2,16	16,24	-14,76	-2,03	14,95	21,11

Keterangan :

1. Data pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji pada tanggal penerimaan sampel tersebut.
2. Data pengujian ini dianggap sah apabila menggunakan kertas kop surat yang resmi dan dibubuhi tanda tangan dan stempel yang asli.

Semarang, 18 Juni 2010

Hormat kami,

Ka. Balai Penelitian Mutu dan Keamanan Pangan

Inneke Hantoro, STP, MSc

Lampiran 7. Laporan Hasil Analisa Kuat Tarik Serat Kelapa pada Variasi
Konsentrasi H₂O₂ dan pH

No. Pengujian : /Lab.Bahan Teknik/JTMI/UGM/2010
Benda Uji : SERAT
Pemilik : Achmad Wildan, Magister Teknik Kimia, UNDIP
Hal. : Pengujian Tarik

HASIL PENGUJIAN TARIK

Perlakuan	No.	F Gaya (N)	D Diameter serat (mm)	A Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)	ΔL Regangan (mm)
Raw Material	1	3,8	0,30	0,07	53,79	11
	2	3,6	0,27	0,06	62,91	13,3
	3	3,8	0,27	0,06	66,40	12,3
	4	3,5	0,28	0,06	56,87	10,4
H ₂ O ₂ 0,5%; pH 9, 50°C	1	3,9	0,27	0,06	68,15	12,4
	2	4,0	0,27	0,06	69,89	11,4
	3	3,8	0,26	0,05	71,61	14
	4	3,6	0,33	0,09	41,87	11
H ₂ O ₂ 1%; pH 9, 50°C	1	3,8	0,27	0,06	66,40	11,3
	2	3,6	0,30	0,07	50,96	13,7
	3	4,0	0,27	0,06	69,89	15,6
	4	4,7	0,30	0,07	66,52	13
H ₂ O ₂ 2%; pH 9, 50°C	1	3,9	0,27	0,06	68,15	14,3
	2	4,0	0,27	0,06	69,89	11
	3	3,6	0,27	0,06	62,91	12,7
	4	4,0	0,27	0,06	69,89	14
H ₂ O ₂ 3%; pH 9, 50°C	1	5,1	0,28	0,06	82,87	10
	2	4,2	0,27	0,06	73,39	13
	3	4,7	0,27	0,06	82,13	14
	4	4,0	0,26	0,05	75,38	11,5
H ₂ O ₂ 3%; pH 10, 50°C	1	5,7	0,33	0,09	66,68	10,4
	2	5,3	0,27	0,06	92,61	9,4
	3	4,8	0,30	0,07	67,94	14,8
	4	6,1	0,27	0,06	106,59	12
H ₂ O ₂ 3%; pH 11, 50°C	1	7,8	0,26	0,05	146,99	15,4
	2	5,7	0,27	0,06	99,60	13
	3	6,9	0,28	0,06	112,11	11,6
	4	6,8	0,27	0,06	118,83	12
H ₂ O ₂ 3%; pH 12, 50°C	1	4,2	0,27	0,06	73,39	13
	2	4,1	0,30	0,07	58,03	11,5
	3	4,0	0,25	0,05	81,53	12,4
	4	3,6	0,27	0,06	62,91	10

Yogyakarta, 6 Mei 2010
Penguji

Sunhaji
NIP. 131 650 246

Lampiran 8. Laporan Hasil Analisa Kuat Tarik Serat Kelapa pada Variasi Suhu

No. Pengujian : /Lab.Bahan Teknik/JTMI/UGM/2010
Benda Uji : SERAT
Pemilik : Achmad Wildan, Magister Teknik Kimia, UNDIP
Hal. : Pengujian Tarik

HASIL PENGUJIAN TARIK

Perlakuan	No.	F Gaya (N)	D Diameter serat (mm)	A Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)	ΔL Regangan (mm)
H ₂ O ₂ 3%; pH 10, 50°C	1	7,5	0,27	0,06	131,06	15,1
	2	6,7	0,27	0,06	117,08	12,6
	3	7,2	0,27	0,06	125,81	11
	4	6,8	0,28	0,06	110,49	10,4
H ₂ O ₂ 3%; pH 11, 50°C	1	5,2	0,27	0,06	90,86	13
	2	4,3	0,26	0,06	81,03	11,8
	3	5,0	0,27	0,05	87,37	9,7
	4	4,1	0,27	0,09	106,59	11
H ₂ O ₂ 3%; pH 12, 50°C	1	5,0	0,27	0,06	69,90	10,7
	2	4,2	0,27	0,06	73,39	12,6
	3	4,6	0,27	0,06	80,38	11,4
	4	4,3	0,27	0,06	75,14	12

Yogyakarta, 1 Juni 2010
Penguji

Sunhaji
NIP. 131 650 246

Lampiran 9. Laporan Hasil Analisa Kuat Tarik Serat Kelapa pada Kondisi Optimum

No. Pengujian : /Lab.Bahan Teknik/JTMI/UGM/2010
Benda Uji : SERAT
Pemilik : Achmad Wildan, Magister Teknik Kimia, UNDIP
Hal. : Pengujian Tarik

HASIL PENGUJIAN TARIK

Perlakuan	No.	F Gaya (N)	D Diameter serat (mm)	A Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)	ΔL Regangan (mm)
H ₂ O ₂ 3%; pH 11, 60°C	1	6,7	0,28	0,06	108,87	10,9
	2	7,3	0,27	0,06	127,56	13,6
	3	7,0	0,27	0,06	122,32	11,7
	4	7,4	0,28	0,06	120,24	10,4

Yogyakarta, 20 Juni 2010
Penguji

Sunhaji
NIP. 131 650 246

Lampiran 10. Laporan Hasil Analisa Kuat Tarik Serat Kelapa pada Konsentrasi

H₂O₂ 5%, pH 9 dan suhu 50 °C

No. Pengujian : /Lab.Bahan Teknik/JTMI/UGM/2010
Benda Uji : SERAT
Pemilik : Achmad Wildan, Magister Teknik Kimia, UNDIP
Hal. : Pengujian Tarik

HASIL PENGUJIAN TARIK

Perlakuan	No.	F Gaya (N)	D Diameter serat (mm)	A Luas Penampang (mm ²)	Kekuatan Tarik (Mpa)	ΔL Regangan (mm)
H ₂ O ₂ 5%; pH 9, 50 °C	1	3,7	0,27	0,06	64,91	9,9
	2	3,8	0,27	0,06	66,67	10,5
	3	3,5	0,27	0,06	61,40	12,1
	4	4,2	0,28	0,06	67,74	10,6

Yogyakarta, 6 Mei 2010

Penguji

Sunhaji

NIP. 131 650 246