

Pengaruh perlakuan alkali NaOH terhadap kekuatan tarik dan fatik kayu merbau

Harnowo Supriadi¹, Aldy Iwang², Mohammad Badaruddin^{3*}

^{1,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Lampung 35145

²Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Lampung 35145

*Corresponding author: mbruddin@eng.unila.ac.id

Abstract

Merbau wood is a type of tropical hardwood class I-II having resistance to humid weather and so that the wood is widely used in many building constructions, such as bearing houses and bridges. In addition, this wood can be used as a raw material for furniture because it has a high durability and resistance against fungi. The tensile test specimen (ASTM D4761) and the fatigue test specimen (ASTM E466) were made by turning and smoothing the surface with sandpaper. Furthermore, alkaline treatment using various concentrations of NaOH solution (5%, 10% and 15%) was applied to merbau wood by immersing all specimens for 2 h and continued with the drying process at 60 °C for 5 h. Tensile and fatigue tests were axially carried out using MTS Landmark 100 kN. The results of the tensile test showed that the tensile strength of merbau wood with 5%NaOH alkali treatment was higher ($\sigma_{max} = 202.8$ MPa) compared to merbau wood soaked in a solution of 10%NaOH ($\sigma_{ult} = 149.7$ MPa) and 15%NaOH ($\sigma_{ult} = 129.9$ MPa). Likewise, the fatigue life of merbau wood soaked in a 5%NaOH solution is longer than that of merbau wood soaked in a 10% and 15%NaOH solution.

Keywords: Merbau wood, alkaline NaOH treatment, tensile strength, fatigue life

Abstrak

Kayu merbau termasuk jenis kayu tropis kelas I-II yang memiliki ketahanan terhadap cuaca lembab, sehingga secara luas banyak digunakan sebagai konstruksi bangunan, seperti bantalan rumah dan jembatan. Selain itu digunakan sebagai bahan dasar untuk *furniture* karena memiliki tingkat durabilitas tinggi dan tahan terhadap jamur. Pembuatan spesimen uji tarik (ASTM D4761) dan spesimen uji fatik (ASTM E466) dilakukan dengan proses pembubutan dan penghalusan permukaan dengan kertas ampelas. Selanjutnya, perlakuan alkali menggunakan variasi konsentrasi larutan NaOH (5%, 10% dan 15%) diberikan pada kayu merbau dengan merendam semua spesimen selama 2 jam dan dilanjutkan proses pengeringan pada suhu 60 °C selama 5 jam. Pengujian tarik dan fatik secara aksial dilakukan menggunakan MTS Landmark 100 kN. Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik kayu merbau dengan perlakuan alkali 5%NaOH lebih tinggi ($\sigma_{maks} = 202,8$ MPa) dibandingkan dengan kayu merbau yang direndam dengan larutan 10%NaOH ($\sigma_{maks} = 149,7$ MPa) dan 15%NaOH ($\sigma_{maks} = 129,9$ MPa). Begitu juga umur fatik kayu merbau yang direndam dalam larutan 5%NaOH lebih lama dibandingkan dengan kayu merbau yang direndam dalam larutan 10% dan 15%NaOH.

Kata kunci: Kayu merbau, perlakuan alkali NaOH, kekuatan tarik, umur fatik

Pendahuluan

Kayu adalah bagian dari batang atau cabang pada tumbuhan yang terbentuk melalui proses penguasan dan penuaan,

yang dikenal sebagai proses pengayuan. Kayu juga didefinisikan sebagai satu bahan konstruksi yang didapat dari tumbuhan dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut yang dapat langsung digunakan [1,2]. Salah

satu kegunaan kayu adalah sebagai bahan bangunan misalnya untuk kuda-kuda, kusen, balok dan sebagainya [3]. Penggunaan kayu di dunia industri untuk berbagai keperluan yang dibutuhkan oleh manusia. Kebutuhan manusia menggunakan kayu sebagai bahan konstruksi bangunan. Salah satu kayu yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi adalah kayu jenis kelas II, seperti kayu merbau. Kayu merbau merupakan kayu yang berasal dari daerah tropis dan termasuk kedalam golongan kayu berat BJ 0,63-1,04 pada kadar air 15%) serta kelas kuat I-II [2]. Kayu merbau berasal dari pohon merbau dan karena kekerasannya kayu ini sering disebut kayu besi. Tinggi pohon merbau dapat mencapai 50 meter dan tinggi cabang mencapai 20 meter serta diameter batangnya mencapai 160-250 cm.

Kayu merbau umumnya digunakan sebagai konstruksi yang berat, misalnya digunakan untuk bantalan rumah maupun jembatan karena kayu merbau memiliki ketahanan terhadap perubahan cuaca yang lembab. Selain itu kayu merbau juga dapat dimanfaatkan sebagai *furniture* karena sifatnya yang keras dan memiliki tingkat durabilitas yang tinggi, karena kayu merbau ini tahan terhadap jamur pelapuk dan rayap kayu kering. Penggunaan kayu untuk berbagai macam konstruksi bangunan sering mengalami perubahan beban, seperti beban dinamik dan beban tarik yang disebabkan oleh kondisi alam seperti gempa bumi. Sehingga sangat penting untuk diketahui karakteristik dari sifat mekanik dan fatik kayu tersebut.

Salah satu sifat fisik kayu yaitu kerapatan paling banyak diteliti dibanding sifat lainnya karena berhubungan dengan kekuatan, perubahan dimensi, dan pengerjaannya [1]. Kayu dengan kerapatan yang rendah akan lebih mudah menyerap air dibandingkan dengan kerapatan yang tinggi, namun sebaliknya kayu dengan kerapatan yang tinggi akan membutuhkan waktu yang lama agar dapat melepaskan kadar air dari rongga sel dan dinding sel kayu tersebut [3].

Produk industri perkayuan yang masih menampakkan fisik kayu adalah kayu gergajian, kayu lapis, papan partikel, papan untaian dan lain sebagainya. Produk industri perkayuan yang tidak menampakkan fisik kayu adalah pulp, kertas, produk kimia dari kayu seperti, etanol, asap cair, poliphenol dan produk lainnya. Industri pengolahan kayu yang pertama kali ada di Indonesia adalah industri penggergajian. Industri penggergajian merupakan industri yang menghasilkan barang setengah jadi yang kemudian diproses lebih lanjut untuk menghasilkan produk jadi, yang hasilnya dapat digunakan dalam usaha mebel kayu dan sebagai bahan konstruksi bangunan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan pada serat kayu sebagai penguat dalam komposit matriks polimer. Dinata dkk. [4] melakukan penelitian kekuatan mekanik serat kayu melinjo dengan memberikan perlakuan alkali NaOH terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak komposit matriks resin dengan memvariasikan arah serat melinjo (komposisi 10%) dan matriks resin (komposisi 90%). Hasil pengujian mekanik menunjukkan bahwa perlakuan NaOH dapat meningkatkan kekuatan tarik dan impak komposit berpenguat serat melinjo. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kekuatan tarik dan bending komposit berpenguat serat alami kayu bangkirai dengan resin poliester [5]. Konsentrasi 7%NaOH ditemukan lebih berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik, sedangkan konsentrasi 5%NaOH cenderung lebih berpengaruh pada kekuatan bending komposit serat kayu bangkirai [5]. Namun pada perlakuan alkali 5%NaOH pada serat mendong yang direndam selama 2 jam menghasilkan kekuatan tarik lebih tinggi daripada kekuatan tarik serat mendong dengan perlakuan alkali 2,5%NaOH dan 7,5% NaOH [6].

Perlakuan alkali NaOH umumnya dilakukan untuk menghilangkan tingkat tertentu lignin, hemiselulosa, lilin, dan minyak menutupi permukaan luar dari serat

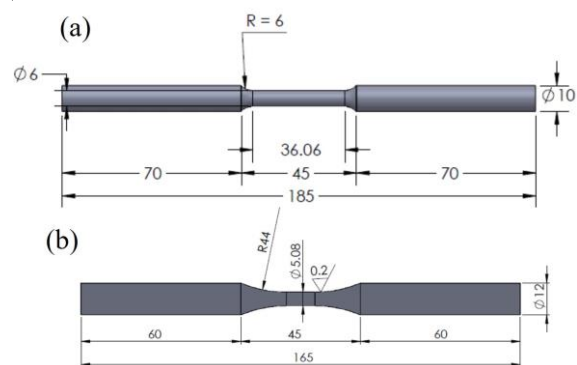
alami. Misalnya, dalam serat rami, perlakuan alkalinisasi dapat menghilangkan pektin tanpa residu, tetapi menyisakan lignin yang ditemukan dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH yang digunakan. Perlakuan NaOH bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin dipermukaan serat, seperti lignin, hemiselulosa, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik pada kayu menjadi lebih tinggi. Namun perendaman kayu maupun serat kayu dalam larutan NaOH dengan durasi waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada serat. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor menurunkan kekakuan mekanik kayu atau seratnya.

Untuk mendapatkan bahan alami dengan karakteristik yang baik sebagai bahan penguat untuk komposit, perlu menjadi perhatian adalah bagaimana memperbaiki ikatan antar muka serat alam dengan perlakuanh alkali NaOH. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hidrophyllic* serat dapat memberikan ikatan interfasiial serat dengan matrik secara optimal. Pada penelitian sekarang ini, kayu merbau diberi perlakuan alkalinisasi dengan konsentrasi NaOH berbeda dan kayu merbau direndam selama 2 jam. Pengujian mekanik secara aksial: tarik statis dan fatik, dilakukan pada semua sampel kayu merbau dengan perlakuan dan tanpa perlakuan. Permukaan patahan dan morfologi patahan hasil pengujian mekanik dianalisis dengan kamera digital resolusi tinggi dan SEM sebagai data kualitatif untuk mendukung analisis hasil pengujian mekanik.

Metode Penelitian

Bahan dan spesimen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu merbau. Kayu merbau diberi perlakuan alkali NaOH dengan variasi konsentrasi 0, 5, 10, dan 15 (dalam % pebandingan

volume). Proses perlakuan alkali NaOH dilakukan dengan perendaman kayu merbau selama 2 jam. Setelah proses perendaman alkali NaOH, spesimen dicuci dengan aquades untuk membersihkan sisa NaOH yang menempel pada spesimen, kemudian spesimen dikeringkan dalam tungku listrik pada suhu 60°C selama 5 jam dengan tujuan untuk menghilangkan air dalam spesimen. Setelah itu spesimen dikeluarkan dalam tungku listrik dan dibiarkan dalam udara kering selama 24 jam.



Gambar 1. Dimensi dan ukuran spesimen (a) uji tarik dan (b) uji fatik (satuan dalam mm)

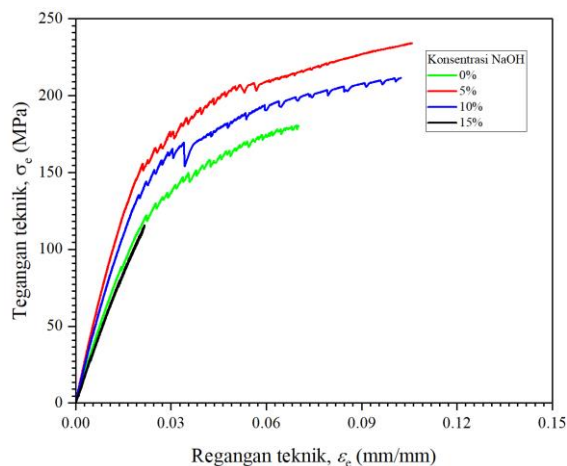
Spesimen uji tarik dibuat sesuai standar ASTM D4761 dan uji fatik disiapkan sesuai dengan standar ASTM E466. Bentuk dan ukuran spesimen tarik dan spesimen fatik masing-masing ditampilkan pada Gambar 1a dan Gambar 1b, Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan proses pembubutan dengan mesin bubut konvensional dan diiringi dengan penghalusan permukaan menggunakan kertas ampelas ukuran 1500. Pengujian tarik statis dan fatik dilakukan menggunakan servohidrolik MTS Landmark 100 kN. Pengujian tarik dilakukan masing-masing 3 spesimen dan kekuatan tarik maksimum ditentukan berdasarkan beban maksimum yang dialami kayu hingga patah. Pada pengujian tarik, spesimen kayu ditarik dengan kecepatan konstan 0,2 mm/menit sampai spesimen mengalami patah. Sedangkan pengujian fatik dengan kontrol beban pada frekuensi 2 Hz dilakukan dengan pembebanan 61%

dari kekuatan maksimum kayu merbau tanpa perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Kekuatan tarik kayu merbau.

Kayu merbau diuji kekuatan tariknya untuk menentukan tegangan maksimum (MPa). Kurva hubungan tegangan-regangan kayu merbau hasil uji tarik diplot dan ditampilkan pada Gambar 2. Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimum dan deviasi kekuatan tarik ditampilkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan kekuatan tarik kayu merbau tanpa perlakuan (0% NaOH) adalah sebesar 172,6 MPa. Sedangkan kayu merbau yang diberi perlakuan alkali 5% NaOH adalah sebesar 204,8 MPa. Pada Tabel 1, nilai deviasi kekuatan tarik maksimum lebih tinggi diperoleh dari kayu merbau dengan perlakuan larutan alkali 5% dan 10% NaOH disebabkan oleh ada beberapa spesimen tarik yang cacat pada daerah reduksi penampang karena proses pembubutan.



Gambar 2. Kurva tegangan-regangan kayu merbau yang diberi perlakuan alkali NaOH dengan variasi konsentrasi berbeda

Perilaku kayu merbau dengan perlakuan dan tanpa perlakuan cenderung menunjukkan perbedaan signifikan terhadap beban dan deformasi (regangan) yang diamati melalui trend kurva tegangan-regangan pada Gambar 2. Hal ini dapat disebabkan perlakuan alkali pada kayu merbau dengan konsentrasi NaOH lebih dari 5% dapat merusak lapisan selulosa

dalam struktur kayu merbau [5,6]. Lapisan selulosa pada struktur kayu dapat meningkatkan kekakuan serat dalam matrik kayu [4]. Nilai tegangan maksimum kayu merbau dengan perlakuan alkali 5% NaOH lebih tinggi dibandingkan kayu merbau dengan perlakuan alkali 10% dan 15% NaOH (lihat Tabel 1).

Kekakuan serat meningkat karena peningkatan kandungan selulosa dan berkurangnya kandungan unsur lain seperti hemiselulosa dan lignin, yang hasil pengamatan sama pada serat kayu bangkirai [5] dan serat kayu mendong [6]. Selain itu, rusaknya lapisan selulosa pada serat kayu juga dipengaruhi oleh lamanya perendaman kayu dalam larutan alkali NaOH [7].

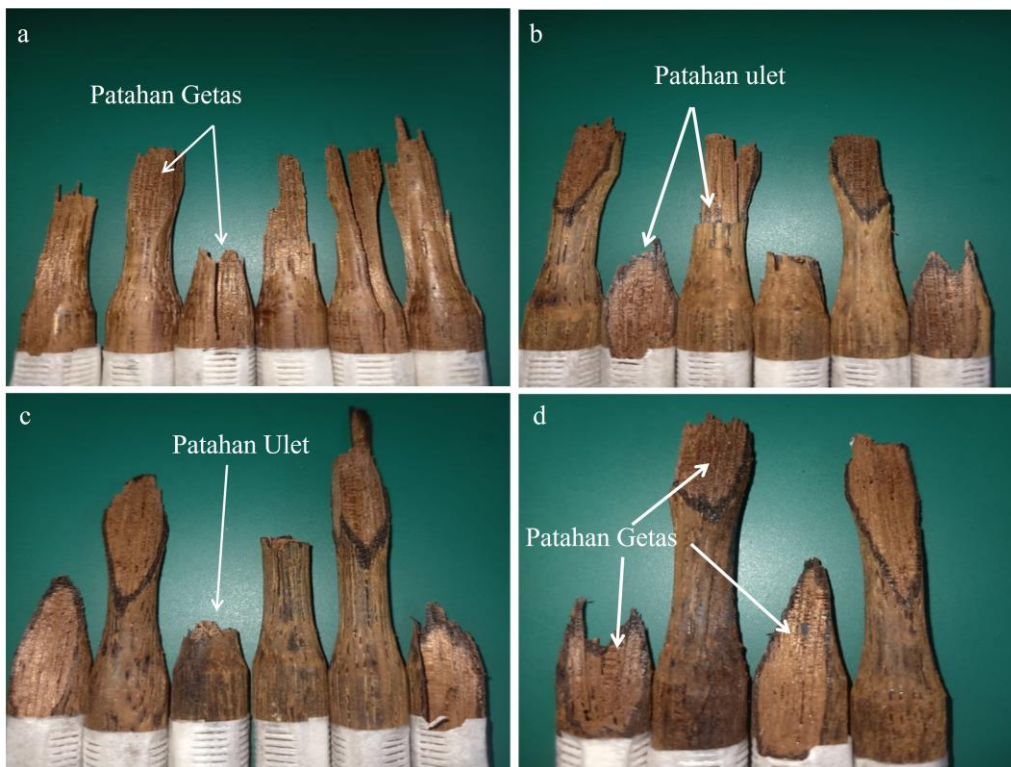
Tabel 1. Nilai kekuatan tarik kayu merbau terhadap variasi konsentrasi larutan NaOH

Konsentrasi NaOH (%)	Kekuatan maksimum, σ_{maks} (MPa)
0	172,6 ± 11,4
5	204,8 ± 41,4
10	149,7 ± 87,2
15	126,9 ± 12,5

Gambar 3 menampilkan bentuk patahan kayu setelah pengujian tarik spesimen kayu merbau sebelum dan setelah diberi perlakuan alkali NaOH. Patahan kayu merbau yang belum mengalami perlakuan alkali NaOH menunjukkan bentuk patahan getas (Gambar 3a), namun setelah kayu merbau diberi perlakuan alkali 5% dan 10% NaOH bentuk patahan cenderung berubah menjadi patahan ulet (Gambar 3b, 3c). Selanjutnya pada perlakuan kayu merbau dengan larutan alkali 15% NaOH patahan cenderung menunjukkan bentuk patahan yang sama dengan kayu merbau tanpa perlakuan alkali NaOH, yaitu bentuk patahan relatif getas. Pengamatan ini sesuai dengan analisis hasil deformasi aksial melalui nilai regangan yang dihasilkan, seperti ditampilkan pada Gambar 2). Selain itu, pengamatan pada hasil foto patahan pada Gambar 4, menunjukkan putusannya serat pada kayu merbau mengindikasikan

terjadinya perambatan retak yang dimulai dari jaringan sel kayu yang lemah, dimana pada saat pembebanan statis berlanjut dapat menghasilkan slip antar serat. Serat akan tertarik dari jaringan sel yang mengakibatkan terjadinya putus serat. Sifat tarik dari kayu dipengaruhi oleh nilai kerapatan serat pada kayu, apabila nilai kerapatan serat kayu itu besar maka semakin tinggi nilai kekuatan tariknya. Perlakuan alkali NaOH menghasilkan tampilan kayu yang berbeda dibandingkan

dengan kayu awal. Warna kayu dengan perlakuan alkali lebih gelap dibandingkan dengan tanpa perlakuan alkali. Degradasi hemiselulosa dan ekstraktif, serta pembentukan produk oksidasi seperti kuinon akibat perlakuan alkali NaOH dapat menyebabkan warna kayu menjadi lebih gelap [6]. Kayu yang telah diberi perlakuan alkali NaOH memiliki pori-pori memipih dan rapat. Pematatan kayu menyebabkan pemipihan pada rongga sel.



Gambar 3. Bentuk dan patahan hasil uji tarik (a) tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkali (b) 5%NaOH, dan (c) 10%NaOH

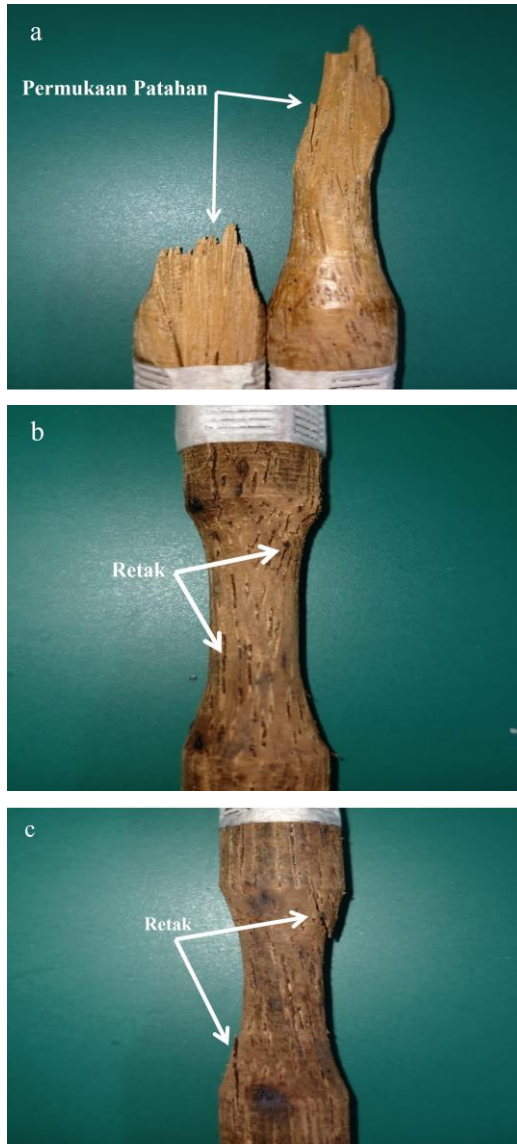
Dilaporkan bahwa selulosa adalah yang terkuat dan memiliki komponen kekakuan yang lebih banyak [7]. Dengan demikian, perlakuan alkali meningkatkan tingkat kandungan selulosa kristalin [8]. Akibatnya, perlakuan alkali dari serat alami meningkatkan sifat mekanik komposit [4] dengan meningkatkan transfer muatan antara matriks dan serat.

Hasil Pengujian Fatik. Pengujian fatik dilakukan untuk mengetahui umur lelah dari kayu merbau. Beban fatik dan jumlah siklus yang dihasilkan dari hasil uji fatik ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian fatik

Konsentrasi NaOH (%)	Beban fatik, f (kN)		Jumlah siklus (N)
	maks.	min.	
0	5,247	0,5247	4959
5	5,052	0,5052	117973
10	5,122	0,5122	64546

Hubungan antara konsentrasi NaOH terhadap umur fatik kayu merbau tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkali 5% dan 10%NaOH ditampilkan pada Gambar 4. Hasil pengujian fatik menunjukkan perlakuan alkali NaOH berpengaruh terhadap umur fatik, hal ini disebabkan

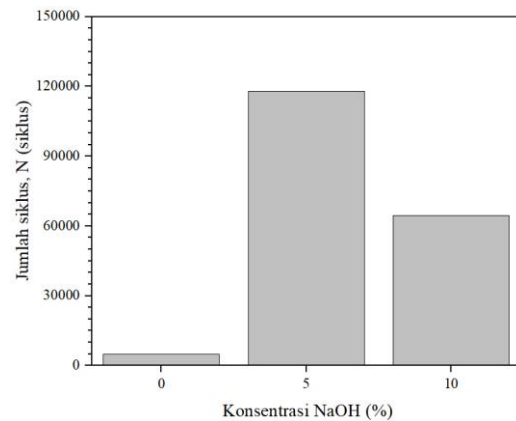


Gambar 4. Foto patahan sampel kayu uji tarik aksial dengan perlakuan konsentrasi larutan NaOH (a) 0%, (b) 5%, (c) 10%, dan (d) 15%

karena kandungan hemiselulosa dan lignin pada permukaan serat kayu merbau menjadi berkurang [9], sehingga dapat meningkatnya kandungan selulosa pada permukaan serat kayu merbau. Peningkatan kandungan selulosa berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanik kayu merbau [10]. Pada pengujian fatik tanpa perlakuan alkali NaOH spesimen mengalami perpatahan pada 4959 siklus.

Selanjutnya pada pengujian fatik perlakuan alkali 5% dan 10% spesimen dilepas pada 117913 siklus dan 64546 siklus dikarenakan sudah mengalami

keretakan dibagian grip atas dan grip bawah yang mana hal itu sudah menunjukkan suatu kegagalan atau kelelahan pada spesimen serta dikarenakan beban turun jadi spesimen tidak akan mengalami perpatahan. Diagram hasil pengujian fatik kayu merbau yang ditunjukkan pada Gambar 4 yang menampilkan umur fatik (dalam siklus) yang paling lama dialami kayu merbau dengan perlakuan alkali 5%NaOH, sedangkan kayu merbau dengan perlakuan alkali 10%NaOH mengalami penurunan umur fatik. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi NaOH diatas 5%, umur fatik kayu merbau cenderung turun.

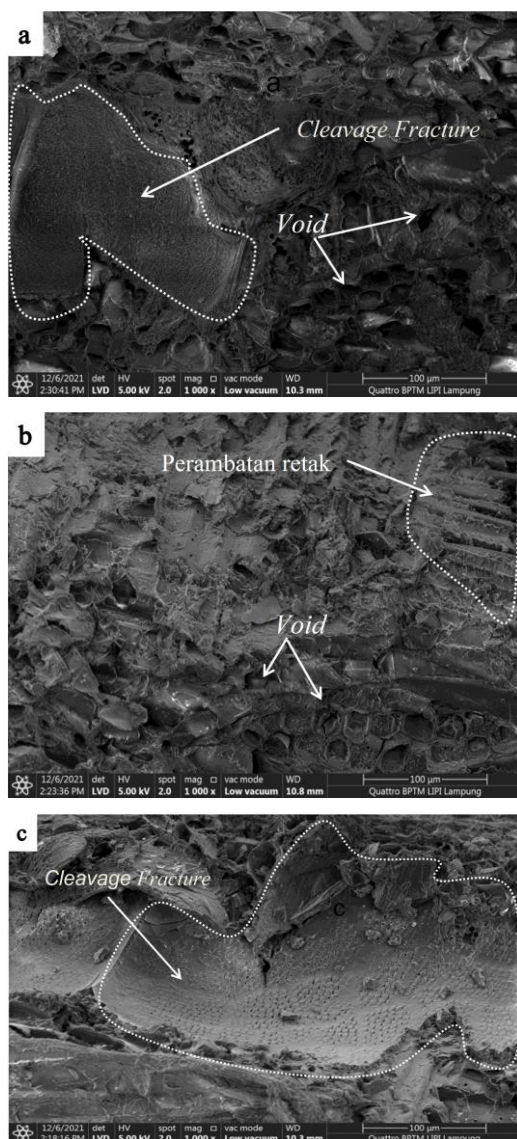


Gambar 5. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap umur fatik kayu merbau

Penurunan umur fatik dapat disebabkan oleh rusaknya lapisan lignin pada antar serat selama proses fatik akibat beban fluktuasi sehingga dapat menjadi pemicu pembentukan retak [11]. Apabila semakin tinggi pembebanan yang diberikan maka semakin rendah umur lelah yang didapatkan dan sebaliknya semakin kecil pembebanan yang diberikan maka umur lelah akan semakin tinggi. Gambar 5 menunjukkan bentuk patahan kayu hasil dari pengujian fatik kayu merbau tanpa perlakuan dan perlakuan alkali NaOH. Pada spesimen kayu tanpa perlakuan terlihat mengalami perpatahan, sedangkan spesimen kayu menggunakan perlakuan alkali NaOH tidak mengalami perpatahan dan hanya mengalami perambatan retak saja, hal ini sudah termasuk tahap kedua fatik yaitu penyebaran retak. Dapat

disimpulkan bahwa perlakuan alkali NaOH dapat meningkatkan umur fatik dari kayu merbau.

Nilai kerapatan kayu mempengaruhi sifat mekaniknya. Kerapatan kayu yang mengalami perlakuan alkali NaOH lebih tinggi dibandingkan dengan kayu awal (perlakuan alkali NaOH menyebabkan berkurangnya porsi rongga sel di dalam kayu (porositas) karena memipihnya selsel penyusun kayu. Berkurangnya porositas kayu akan mengakibatkan kayu menjadi lebih rapat dan lebih padat.



Gambar 6. SEM fraktografi permukaan patahan kayu merbau tanpa perlakuan alkali

Pengamatan fraktografi.

Pengamatan fraktografi dilakukan untuk mengetahui jenis perpatahan yang terjadi pada kayu merbau sebelum dan setelah

diberi perlakuan alkali NaOH. Pengamatan dilakukan dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) sampel kayu setelah pengujian tarik dan fatik. Hasil SEM fraktografi pada sampel kayu tanpa perlakuan (0%NaOH) setelah uji fatik ditampilkan Gambar 6. Sedangkan hasil SEM fraktografi untuk sampel kayu merbau dengan perlakuan alkali 10%NaOH ditampilkan pada Gambar 7.

SEM Fraktografi dilakukan dengan menampilkan permukaan patahan dari kayu merbau tanpa perlakuan alkali NaOH hasil dari uji fatik dengan stress level 100 MPa. Gambar 6a dan 6c menunjukkan secara jelas terjadinya pembelahan patah (cleavage fracture) pada permukaan antara serat dan matrik pada kayu merbau. Pengamatan permukaan pada Gambar 6b menunjukkan terjadinya perambatan retak yang diinisiasi melalui pembentukan void yang terbentuk antara serat dan matrik kayu [10,12]. Adanya gelembung udara (void) berkontribusi besar terhadap fenomena kegagalan pada kayu, seperti ditampilkan pada Gambar 6a dan 6c. Berdasarkan hasil SEM pada permukaan patahan uji fatik, dapat dilihat bahwa terdapat void. Void disebabkan adanya udara yang terperangkap dalam kayu selama proses manufaktur yang dapat menyebabkan transfer beban antara serat dan matriks tidak merata [11,13].

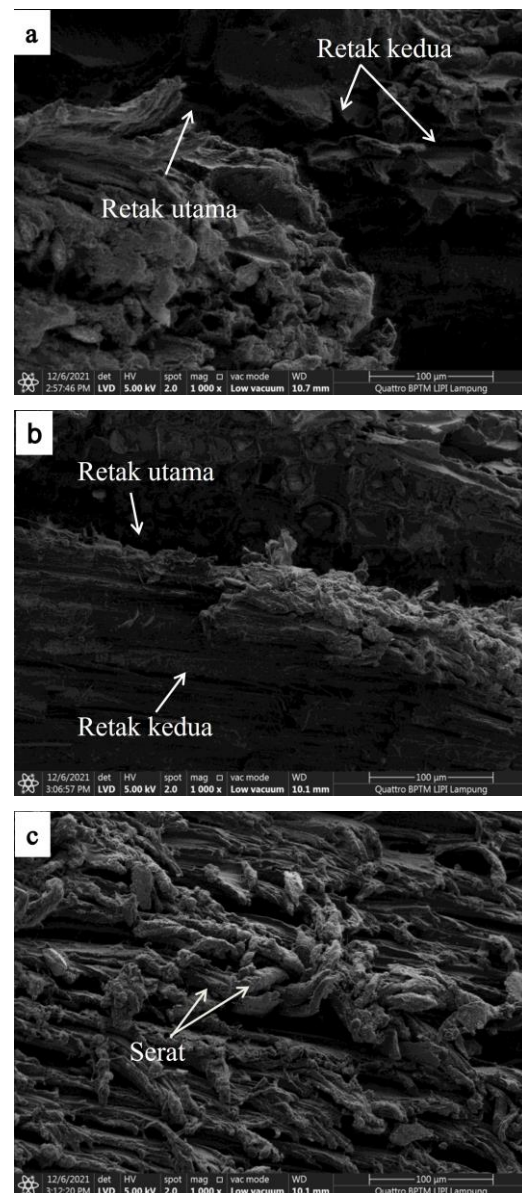
Selanjutnya pada pengamatan fraktografi dengan SEM pada permukaan patahan dari kayu merbau menggunakan perlakuan alkali NaOH 10% hasil dari uji fatik. Pengamatan dengan SEM pada perbesaran 1000X (Gambar 7(a) dan Gambar 7b) menunjukkan secara jelas terjadinya pembentukan retak kedua pada permukaan kayu merbau yang diawali dengan retak yang terjadi pada grip pengecam bagian atas dan bawah saat pengujian fatik. Hal ini disebabkan adanya konsentrasi tegangan yang dihasilkan pada saat penjepitan kedua ujung spesimen kayu merbau. Perlakuan alkali NaOH dengan konsentrasi lebih dari 10% dapat menyebabkan defibrilasi serat,

pembentukan pori, dan penggetasan serat [14]. Kayu merbau dengan perlakuan alkali (Gambar 7c) memiliki permukaan lebih kasar, yang hasilnya sama dengan yang dilaporkan oleh Fatra et al. [8] permukaan serat kayu merbau tanpa perlakuan alkali menunjukkan adanya lapisan lignin dan zat pengotor yang membuat ikatan antara serat dan matriks tidak menyatu dengan baik. Sedangkan lapisan lignin dan zat pengotor pada serat kayu merbau yang diberi perlakuan alkali akan terlarut saat diberi perlakuan yang mengakibatkan permukaan serat menjadi lebih kasar [13,14]. Permukaan serat yang kasar dapat meningkatkan ikatan antara serat dan matriks yang konsekuensinya meningkatkan kekuatan tarik serat lebih tinggi [15].

Mekanisme penurunan umur fatik pada kayu merbau dengan perlakuan alkali 10%NaOH dapat diamati pada Gambar 7c. Ottah et al. [14] melaporkan bahwa pada konsentrasi 10% NaOH menyebabkan pengerusakan lapisan penghalan lignin dengan pembentukan gelembung selulosa dan diikuti dengan pelepasan hemiselulosa tinggi terjadi pada *beechwood* dan *agbawood* yang dapat memicu lemahnya ikatan serat dan matriks dalam kayu. Oleh karena itu, adhesi antara serat dan matriks menjadi berkurang dan cenderung mudah putus atau lepas saat pembebanan fatik. Sedangkan pada perlakuan alkali 5%NaOH terbukti lebih efisien dalam mengekstraksi hemiselulosa dari lignoselulosa dengan mencegah hidrolisis fraksi yang larut dalam air. Ini berarti bahwa perlakuan alkali pada konsentrasi 5%NaOH dapat merusak ikatan hidrogen dalam struktur jaringan, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan serat dan saling menghalangi pergerakan antar serat secara mekanik.

Kesimpulan

Dapat dilihat dari data hasil penelitian yang diperoleh bahwa variasi kadar NaOH mempengaruhi nilai dari kekuatan tarik maksimum dan umur fatik kayu merbau.



Gambar 7. Fraktografi patahan kayu merbau dengan perlakuan alkali 10%NaOH

Nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi yaitu pada perlakuan alkali 5% NaOH sebesar 202,8MPa. Dari hasil pengujian fatik kayu merbau tanpa perlakuan alkali NaOH menghasilkan 4959 siklus dan yang mengalami perlakuan alkali NaOH 5% dan 10% menghasilkan 117973 siklus dan 64546 siklus. Perubahan kayu merbau yang mengalami perlakuan alkali NaOH terlihat lebih bersih dan kasar karena berkurangnya kandungan hemiselulosa dan lignin yang ada pada permukaan serat kayu merbau.

Referensi

- [1] Purnama, T.J. 2019. Pengaruh praperlakuan alkali terhadap stabilisasi dimensi kayu terpadatkan. Institut Pertanian Bogor. Skripsi, 1–21.
- [2] Prisca, L.N. 2017. Pengenalan kayu merbau dan penggunaannya dalam bidang Teknik Sipil. Universitas Gunadarma, 1–4.
- [3] Putra, D. 2008. Tegangan Geser Ultimit Perekat Epoxy–Resin Tegak Lurus Serat pada Sambungan Kayu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 12(1), 2–3.
- [4] Dinata, M.A.A. dkk., 2021. Analisis sifat mekanis komposit serat batang melinjo dengan perlakuan perendaman NaOH. *J-MOVE: Jurnal Teknik Mesin* 3(1), 31–39.
- [5] Laksono, A.D. dan Adlina, N. (2019). Pengaruh perlakuan alkaninisasi serat alam kayu bangkirai (*shorea laevifolia endert*) pada sifat mekanik komposit dengan matriks poliester. *Jurnal Sains Terapan* 5(2), 60–66.
- [6] Witono, K. dkk., 2014. Pengaruh perlakuan alkali (NaOH) terhadap morfologi dan kekuatan tarik serat mendong. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(3), 227–234.
- [7] Sathish S. et al., 2021. A review of natural fiber composites: Extraction methods, chemical treatments and applications, *Materials Today: Proceedings* 45, 8017–8023.
- [8] Fatra, W. et al., 2016. Effect of alkaline treatment on the properties of palm empty fruit bunch fiber-reinforced polypropylene composite. *International Journal of Technology* 6, 1026–1034.
- [9] Ramli, S.N.R. et al., 2017. The effect of alkaline treatment and fiber length on pineapple leaf fiber reinforced poly lactic acid biocomposite, *Jurnal Teknologi* 79(5-2), 111–115.
- [10] Jani, S.P. et al., 2022. A polymer resin matrix modified by coconut filler and its effect on structural behavior of glass fiber-reinforced polymer composites. *Iranian Polymer Journal* 31, 857–867.
- [11] Jasbi, M.S. et al., 2018. Effect of alkali treatment on mechanical properties of the green composites reinforced with milkweed fibers. *The Journal of The Textile Institute* 109, 24–31.
- [12] Vasubabu M. et al., 2018. Chemical treatment effect on mechanical properties of *Haldinacordifolia* wood species. *Materials Today: Proceedings* 5(13), 26424–26429.
- [13] Yel H. 2022. Effect of alkaline pre-treatment and chemical additives on the performance of wood cement panels manufactured from sunflower stems. *Journal of Building Engineering* 52,104465.
- [14] Ottah V.E. et al 2022. Comparative analysis of alkaline-extracted hemicelluloses from Beech, African rose and Agba woods using FTIR and HPLC. *Heliyon* 8(6), e09714.
- [15] Ouarhim W. et al. 2019 Mechanical performance of natural fibers-based thermosetting composites, in (Eds.), M. Jawaid, M. Thariq, N. Saba, *Mechanical and Physical Testing of Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites*, Woodhead Publishing, 43–60.