

SIFAT KIMIA NON STRUKTURAL KAYU TARIK (*TENSION WOOD*) PADA KAYU MINDI (*MELIA AZEDARACH L.*)

Meylida Nurrachmania¹

¹Dosen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Simalungun

Abstrak: Kayu reaksi pada beberapa aspek tertentu, bisa memiliki sifat-sifat anatomi, fisis, dan kimia yang berbeda dengan kayu normal. Kayu reaksi baik berupa kayu tekan atau tarik, berbeda dalam sifat kimianya dibandingkan kayu normal dan seringkali merugikan dalam penggunaannya. Pada kayu tarik mindi mempunyai nilai untuk kadar airnya sebesar 11,342%, kelarutan kayu dalam air dingin sebesar 12,637%, kelarutan kayu dalam air panas sebesar 12,675%, kelarutan dalam benzen sebesar 17,702%, dan kelarutan dalam NaOH 1% sebesar 21,2% sedangkan pada kayu oppositenya mempunyai nilai kadar air sebesar 11,837%, kelarutan kayu dalam air dingin 15,575%, kelarutan dalam air panas 16,775%, kelarutan dalam benzen 18,008%, sedangkan kelarutan dalam NaOH 1% sebesar 19,75%.

Kata Kunci: *Kayu Reaksi, Mindi, Sifat Kimia*

PENDAHULUAN

Kayu abnormal (kayu reaksi) kadang-kadang terbentuk di jaringan xylem, seperti halnya kayu normal. Kayu reaksi terjadi apabila pohon mendapat pengaruh dari luar sehingga mengganggu keseimbangan alaminya dan pohon membentuk jaringan khusus. Walaupun kayu reaksi yang dibentuk dalam kayu daun lebar berbeda dengan kayu reaksi yang dibentuk dalam kayu daun jarum, tetapi fungsi kayu reaksi sama yaitu untuk mengembalikan batang atau cabang ke posisi semula (Haygreen dan Bowyer, 2003). Selanjutnya dikatakan bahwa kayu reaksi yang dibentuk dalam kayu keras (*hardwood*) berbeda dengan yang dibentuk dalam kayu lunak (*softwood*). Pada kayu keras, kayu reaksi dinamakan kayu tarik (*tension wood*) dan dalam kayu lunak dinamakan kayu tekan (*compression wood*).

Kayu reaksi pada beberapa aspek tertentu, bisa memiliki sifat-sifat anatomi, fisis, dan kimia yang berbeda dengan kayu normal. Perbedaan tersebut dapat menyebabkan sifat-sifat produk pengolahan kayu dari kayu reaksi tidak sama dengan kayu normal. Kayu reaksi baik berupa kayu tekan atau tarik, berbeda dalam sifat kimianya dibandingkan kayu normal dan seringkali merugikan dalam penggunaannya. Kayu tarik berbeda dengan kayu normal terutama pada sifat kimia, diantaranya: serat kayu tarik di bagian dalamnya dicirikan dengan adanya lapisan gelatin tebal dengan arah mikrofibril hampir sejajar dengan sumbu serat. Kayu tarik berkadar lignin lebih rendah, kadar α -selulosa lebih tinggi dan kadar hemiselulosa lebih sedikit daripada kayu normal. Terdapat indikasi bahwa lignin kayu tarik lebih terkondensasi daripada kayu normal (Roliadi, 2007).

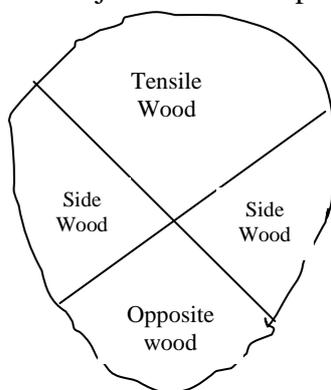
Pohon mindi atau sering disebut dengan gringging (*Melia azedarach L.*) merupakan salah satu jenis tumbuhan *fast growing species* dan juga serba guna. Penggunaan kayunya untuk mebel, parket, kayu lapis indah dan venir lamina indah. Selain itu daun dan biji mindi dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Praktikum ini bertujuan untuk mengetahui komponen kimia dari kayu tekan Mindi dan *opposite*-nya, sehingga dapat meningkatkan pemanfaatannya.

Terbentuknya Kayu Tarik Pada Kayu Daun Lebar

Lokasi hutan alam produksi (yang didominasi oleh kayu daun lebar) dan hutan tanaman di Indonesia tidaklah selalui bertopografi datar, tetapi bisa miring/curam dan tidak rata atau naik turun (Ginting, 1990). Situasi ini bisa memicu terbentuknya kayu tarik dalam pohon-pohon jenis kayu daun lebar Indonesia. Hal ini tidak bisa diabaikan dan perlu diperhitungkan dalam konteks karakteristik umum dan kimia kayu tarik.

Bila suatu pohon mengalami perubahan pada posisi keseimbangannya, sebagai contoh akibat hembusan angin kuat dan pergeseran tanah, atau pohon tumbuh pada topografi yang miring atau curam, maka pohon tersebut secara alami akan membentuk jaringan khusus yang dikenal dengan istilah kayu abnormal atau kayu reaksi. Jaringan ini berfungsi memulihkan posisi batang utama atau bagian cabang pohon ke posisi semula, atau dengan kata lain membantu posisi pohon agar tetap vertikal dan menjaga arah pertumbuhan cabang menuju arah tertentu. Di lain hal, terbentuknya kayu reaksi sering terjadi sebagai usaha pohon mendapatkan posisi sedemikian rupa menerima intensitas sinar matahari secara cukup (Roliadi, 2007).

Penampang melintang kayu daun lebar di mana terdapat kayu tekan dan kayu normal dapat dilihat pada Gambar 1. Selanjutnya penampang melintang tersebut dibagi-bagi menjadi beberapa zona (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi (zona) pada batang kayu daun lebar dimana terdapat kayu tarik (Bland, 1958)

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan pada praktikum ini adalah serbuk kayu tarik mindi dan kayu *opposite*-nya. Sedangkan bahan kimia yang digunakan pada masing-masing perlakuan yaitu :

- Sodium hidroksida 1% (0,25 N); dilarutkan 10,0 gram NaOH padatan dalam air dan digenapkan menjadi 1000 ml.
- Asam asetat (CH₃COOH) 10%, diencerkan 100 ml asam asetat glasial dengan air hingga 1000 ml.
- Ethanol, approx. 95% C₂H₅OH berdasarkan volume dengan residu setelah evaporasi lebih kecil dari 0,005%
- Benzen, C₆H₆ hasil permunian dengan residu setelah evaporasi lebih kecil dari 0,001%

- Toulén (methylbenzene, $C_6H_5CH_3$), hasil permunian dengan residu setelah evaporasi lebih kecil dari 0,001%
- Diklorometan, konsentrasi 98% CH_2Cl_2 , dengan residu setelah evaporasi lebih kecil dari 0,002%
- Campuran ethanol-benzen, campuran 1 volume ethanol dan 2 volume benzen
- Campuran ethanol-toluen, campuran 1 volume ethanol dan 2 volume toluene
- Asam sulfat 72%; $24 \pm 0,1$ N sp. Gr. 1,6338 pada $20^0 C/ 4^0C$. Ditambahkan dengan hati-hati 665 ml H_2SO_4 95,5-96,5%, sp. gr. 1,84 ke dalam 300 ml air, dan setelah dingin digenapkan menjadi 1000 ml. Ditetapkan kekuatan asam hingga $24 \pm 0,1$ N dengan titrasi menggunakan alkali standar, atau dengan pengukuran berat jenis. Variasi kekuatan asam sebanyak 0,1% pada konsentrasi ini menyebabkan perubahan berat jenis 0,0012. Didinginkan larutan asam hingga mencapai suhu $10-15^0C$ sebelum digunakan.
- Sodium klorit ($NaClO_2$) kristal
- Asam asetat (CH_3COOH) glasial
- Asam asetat 10%
- Asam nitrat (HNO_3) 3,5%
- Campuran NaOH dan Na_2SO_3 (20 g : 20 g dalam 1 liter air destilata)
- Sodium klorit ($NaClO_2$) 10%
- Asam asetat (CH_3COOH) 10%
- Larutan NaOH 17,5 %
- Larutan NaOH 8%
- Air destilata

Alat

Sedangkan Alat yang digunakan dalam praktikum ini pada masing-masing perlakuan yaitu :

- Water bath (Boiling water bath)
- Gelas piala 100 ml, 200 ml, 400 ml
- Erlenmeyer 250 ml, 1000 ml, 300 ml
- Alat penyaring seperti glass filter 30-50 ml dengan porositas medium, filter flask 500–1000 ml
- Botol timbang, pengaduk kaca, kondensor
- Glass filter 30 ml dengan porositas medium
- Peralatan ekstraksi; labu ekstraksi kapasitas 250 ml, sokhlet dengan diameter dalam 30 – 40 cm, kapasitas 100 ml
- Alat pemanas seperti heating mantle atau steambath
- Pipet Volume
- Timbangan dan Oven

Metode

Pengukuran Kadar Air

Sebelum dilakukan pengukuran kadar air, cawan yang digunakan dioven terlebih dahulu dengan suhu 103 ± 2^0C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Serbuk kayu sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam cawan dan dioven pada suhu 103 ± 2^0C selama 24 jam kemudian dinginkan dalam desikator dan ditimbang. Oven kembali sampel selama 1 jam, dinginkan dan timbang.

Ulangi cara tersebut hingga dicapai berat konstan, hingga penimbangan tidak berubah lebih dari 0,002 gr. Nilai kadar air dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{BA - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan:

BA = Berat serbuk awal (g)

BKT = Berat serbuk kering oven (g)

Penentuan Ekstraktif Kayu

a. Kelarutan dalam Air Dingin

Ditempatkan sebanyak $2 \pm 0,1$ gram masing-masing sampel serbuk Mindi ke dalam gelas piala 400 ml dan dengan perlahan tambahkan 300 ml air destilata. Diekstraksi pada suhu $23 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam sambil diaduk. Setelah 48 jam dipindahkan sampel tersebut ke dalam glass filter yang telah dikeringkan di oven pada suhu $105 \pm 3^\circ\text{C}$ hingga beratnya konstan. Dicuci dengan 200 ml air destilata dingin dan dikeringkan pada oven dengan suhu $105 \pm 3^\circ\text{C}$ selama 24 jam, lalu dinginkan dan ditimbang hingga didapat berat konstan. Dihitung persentase kelarutan kayu dalam air dingin dengan rumus:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat serbuk kering awal (gram)

B = Berat serbuk kering oven (gram)

b. Kelarutan dalam Air Panas

Ditempatkan sebanyak $2 \pm 0,1$ gram masing-masing sampel serbuk Mindi ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 100 ml air destilata panas dan ditempatkan ke dalam *water bath*. Dipanaskan selama 3 jam dengan permukaan air dalam *water bath* di atas permukaan air di dalam erlenmeyer. Setelah 3 jam dipindahkan sampel tersebut ke dalam glass filter yang telah dikeringkan di oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hingga beratnya konstan. Dicuci sampel dengan 200 ml air destilata panas dan dikeringkan pada oven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam, lalu dinginkan dan ditimbang hingga didapat berat konstan. Dihitung persentase kelarutan kayu dalam air panas dengan rumus:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat serbuk kering awal (g)

B = Berat serbuk kering oven (g)

c. Pengukuran Kelarutan Serbuk dalam Sodium Hidroksida 1%

Ditempatkan sebanyak $2,0 \pm 0,1$ gram serbuk kayu Mindi ke dalam gelas piala 200 ml. Ditambahkan 100 ± 1 ml larutan NaOH 1% dan diaduk dengan pengaduk kaca. Ditungkup gelas piala dengan gelas arloji dan ditempatkan ke dalam *water bath* pada suhu $97-100^\circ\text{C}$ selama 60 menit. Dijaga agar permukaan air dalam *water bath* berada di atas permukaan larutan dalam gelas piala. Diaduk

larutan dengan pengaduk kaca selama masing-masing 5 detik setelah setiap pemanasan 10, 15, dan 25 menit.

Setelah 60 menit dipindahkan sampel ke dalam glass filter dan dicuci dengan 100 ml air panas. Kemudian ditambahkan 25 ml asam asetat 10% dan dibiarkan sampel terendam selama 1 menit sebelum larutan asam asetat dihilangkan. Diulangi lagi tahap ini dengan pemberian 25 ml larutan asam asetat 10% untuk kedua kalinya. Dicuci dengan air panas hingga bebas asam. Dikeringkan glass filter dengan sampel yang telah bebas asam ke dalam oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya konstan selama 24 jam dinginkan dan ditimbang hingga didapat berat konstan. Dihitung persentase kelarutan kayu dalam NaOH 1% dengan rumus:

$$\text{Kelarutan (100\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan

A = Berat serbuk kering awal (g)

B = Berat serbuk kering oven (g)

Persiapan Serbuk Kayu Bebas Ekstraktif

Dibersihkan dan dikeringkan labu. Masing-masing serbuk kayu sebanyak 17 gr (serbuk kayu tarik) dan 17 gr (serbuk *opposite*) dimasukkan dalam thimbel kemudian diekstraksi dalam alat soklet. Ekstrak dengan 200 ml larutan campuran ethanol-benzene selama 6-8 jam, dan dijaga tingkat pendidihan larutan sehingga pembilasan minimal 4 kali per jam ekstraksi. Setelah ekstraksi dengan ethanol-benzene, serbuk dipindahkan dalam buchner funnel, hilangkan pelarut dengan vakum, dan cuci timbel berisi serbuk dengan ethanol untuk menghilangkan benzene. Pindahkan kembali sampel ke dalam thimbel ekstraksi dan ekstrak dengan 95% selama 4 jam atau lebih hingga ethanol tidak berwarna. Pindahkan sampel ke dalam buchner funnel, hilangkan sisa larutan dengan vakum, dan cuci timbel dan sampel dengan air destilata untuk menghilangkan ethanol. Pindahkan sampel ke dalam erlenmeyer 1000 ml dan tambahkan 500 ml air destilata mendidih. Panaskan erlenmeyer selama 1 jam di atas waterbath. Setelah ekstraksi, saring dengan buchner funnel dan cuci dengan 500 ml air destilata panas. Biarkan hingga mencapai kadar air kering udara, lalu simpan dalam wadah tertutup. Tentukan kadar air sampel dan ambil sebagian sampel untuk analisis kimia.

Penentuan Lignin Klason

Disiapkan serbuk kayu bebas ekstraktif ekuivalen 500 mg (atau 0,5 g) dan ditempatkan dalam gelas piala 50 ml. Ditambahkan 5 ml (10 ml jika sampel kayu sebanyak 1 g) larutan asam sulfat 72% secara perlahan sambil diaduk hingga serbuk terdispersi sempurna. Disimpan pada suhu kamar selama 3 jam sambil diaduk sesekali. Dipindahkan sampel ke dalam erlenmeyer 500 ml dan diencerkan hingga konsentrasi asam sulfat 3% yaitu dengan penambahan air hingga total volume 191 ml (total volume 381 ml untuk penggunaan asam sulfat 72% sebanyak 10 ml). Dipanaskan dalam *autoclave* selama 30 menit pada suhu 121°C . Disaring dengan menggunakan glass filter, kemudian di oven dan ditimbang. Dihitung persentase lignin dengan rumus:

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat lignin (g)

B = BKT bebas ekstraktif (g)

Pengukuran Penentuan Holoselulosa

Sampel kayu bebas ekstraktif ekuivalen 2,5 g berat kering ditempatkan dalam erlenmeyer 250 ml. Ditambahkan 100 ml air destilata, 1 gr sodium klorit dan 1 ml asam asetat glasial. Dipanaskan dengan *water bath* pada suhu 70-80⁰C. Dijaga agar permukaan air dalam *water bath* lebih tinggi dari permukaan larutan dalam erlenmeyer. Ditambahkan 1 gr sodium klorit dan 0,5 ml asam asetat setiap interval pemanasan selama 1 jam, dan penambahan dilakukan sebanyak 4 kali. Disaring sampel dengan menggunakan glass filter, dicuci dengan menggunakan air panas. Ditambahkan 25 ml asam asetat 10%, kemudian dicuci dengan air panas hingga bebas asam. Sampel dioven pada suhu 103 ± 2⁰C hingga beratnya konstan, didinginkan dan ditimbang. Dihitung persentase holoselulosa dengan rumus:

$$\text{Holoselulosa (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat Holoselulosa (g)

B = BKT bebas ekstraktif (g)

Penentuan α -Selulosa

Sebanyak 2 gr serbuk selulosa ditempatkan dalam erlemeyer 250 ml. Ditambahkan 10 ml larutan NaOH 17,5% pada suhu 20 °C dan diaduk-aduk. Pada setiap interval 5 menit ditambahkan 5 ml larutan NaOH 17,5%. Penambahan dilakukan sebanyak 3 kali sehingga total volume NaOH 17,5% sebanyak 25 ml. Setelah penambahan terakhir, sampel dibiarkan sampai total waktu 45 menit. Setelah itu ditambahkan sebanyak 33 ml air destilata, diaduk dan dibiarkan selama 1 jam pada suhu 20⁰C. Sampel disaring dengan cawan saring kemudian dibilas dengan 100 ml NaOH 8,3%. Lanjutkan pembilasan dengan air destilata hingga semua sampel terpindahkan ke dalam cawan saring. Setelah itu pembilasan dilanjutkan dengan 250 ml air destilata. Dikeringkan sampel pada suhu 103 ± 2⁰C selama 24 jam, dinginkan dan ditimbang hingga beratnya konstan. Dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus:

$$\alpha - \text{Selulosa (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat α -selulosa (g)

B = BKT bebas ekstraktif (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Kimia Non Struktural Kayu Tarik Mindi

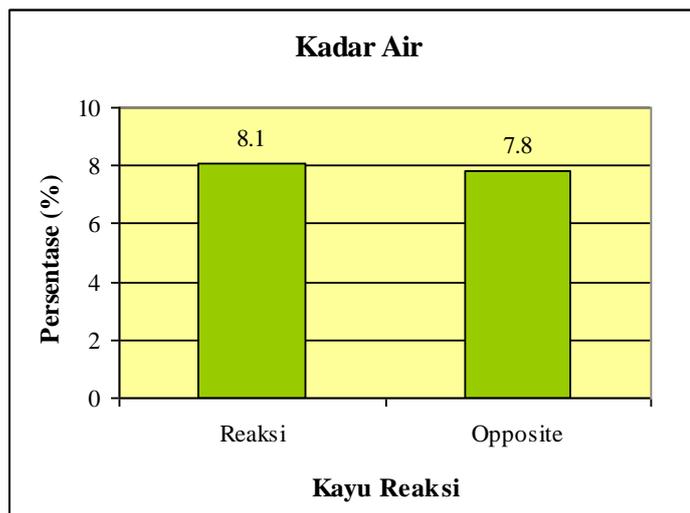
Hasil analisis komponen kimia non-struktural seperti yang tercantum di dalam Tabel 1. menunjukkan bahwa komposisi komponen kimia non-struktural kayu mindi pada bagian kayu yang mengalami kayu tarik dan *oppositenya*.

Tabel 1. Komposisi Kimia Non Struktural Kayu Tarik (*Tension Wood*) Mindi

Sifat Kimia	Opposite (%)	Tension (%)
Kadar Air	7,8	8,1
Kelarutan dalam Air dingin	11,475	11,625
Kelarutan dalam Air Panas	12,3	11,55
Kelarutan dalam Sodium Hidroksida 1%	19,275	19,375

Kadar Air

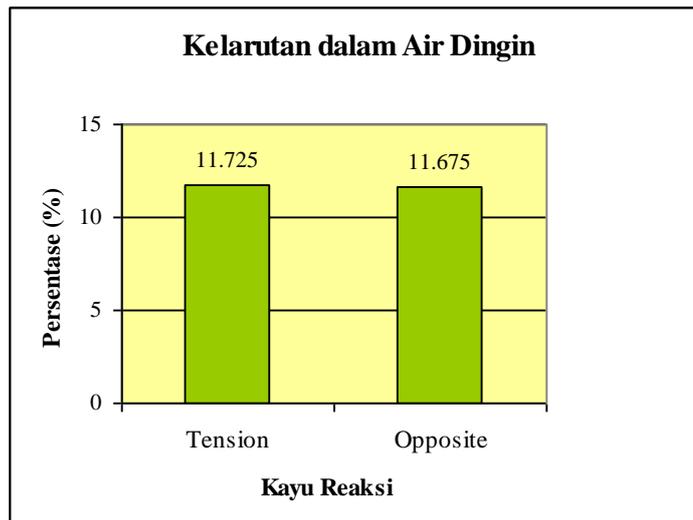
Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan sebagai persen berat kayu bebas air atau kering tanur (BKT). Karena penyebutnya adalah berat kering, bukan berat total, kadar air yang dihitung dengan cara ini dapat melebihi 100% (Haygreen dan Bowyer, 1989). Berdasarkan Tabel 1. Kadar air untuk kayu tarik Mindi yaitu sebesar 11,342% sedangkan kadar air untuk *oppositenya* sebesar 11,837%. Hubungan kadar air untuk kayu tarik mindi dengan *opposite* dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat kadar air untuk kayu tarik mindi dengan *opposite*-nya mempunyai nilai yang tidak beda jauh.



Gambar 2. Grafik Kadar Air *Tension* dan *Opposite* Kayu Mindi

Kelarutan Kayu dalam Air Dingin

Kelarutan kayu dalam air dingin ini menunjukkan besarnya komponen tanin, gum, karbohidrat, dan zat warna yang terlarut dalam pelarut netral. Berdasarkan kelarutan dengan air dingin didapati kadar air pada kayu tarik mindi yaitu sebesar 12.637% dan pada bagian kayu *opposite* sebesar 15,575% yang dapat dilihat pada Gambar 4.

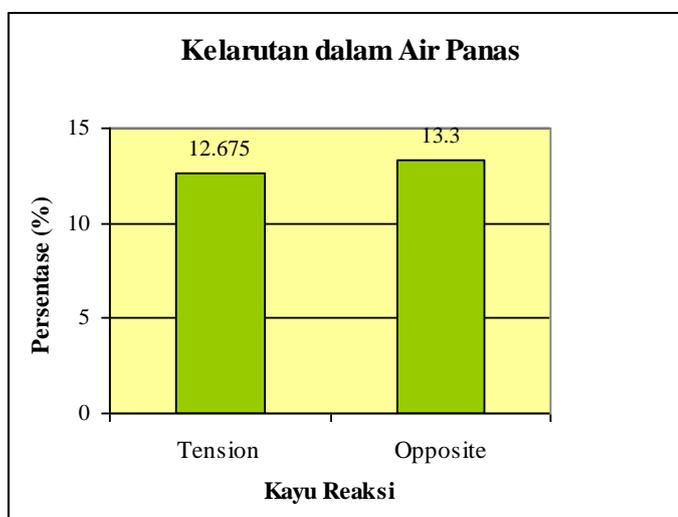


Gambar 3. Grafik Kelarutan dalam Air Dingin *Tensin* dan *Opposite* Kayu Mindi

Berdasarkan Gambar 3. kelarutan kayu mindi dalam air dingin mempunyai nilai lebih besar pada kayu *oppositenya* dibandingkan pada kayu tariknya. Menurut Tsoumis (1991) mencantumkan bahwa kelarutan kayu dalam air dingin untuk kayu jenis hardwood yaitu sebesar 0,2-8,9%.

Kelarutan Kayu dalam Air Panas.

Besarnya kelarutan pada bagian kayu tarik mindi untuk kelarutan air panas yaitu sebesar 12,675% dan pada bagian kayu *opposite* 16,775%. Kelarutan dalam air panas lebih besar nilai kelarutannya dibanding kelarutan dalam air dingin. Hal ini disebabkan karena adanya pati yang ikut terlarut dalam air panas. Kelarutan dalam air panas dapat menimbulkan hidrolisa lemah beberapa bagian lignin dan resin, yang menghasilkan asam organik bebas dan metanol dalam filtratnya.



Gambar 4. Grafik Kelarutan dalam Air Panas *Tension* dan *Opposite* Kayu Mindi

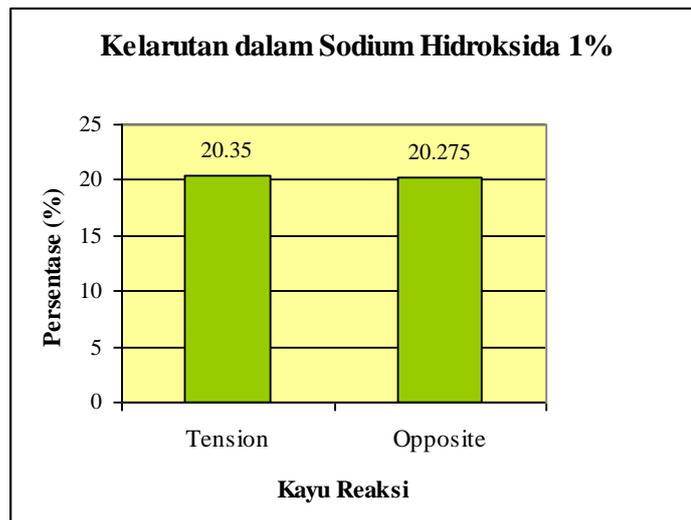
Berdasarkan Gambar 4. kelarutan kayu mindi untuk kayu tariknya mempunyai nilai yang lebih kecil dibanding kayu *oppositenya*. Hal ini sama seperti hasil yang diperoleh untuk kelarutan kayu dalam air dingin. Tsoumis (1991) mencantumkan bahwa kelarutan kayu dalam air panas untuk kayu jenis hardwood normal berkisar antara 0,3-11%.

Panshin dan de Zeeuw (1980) menyatakan bahwa kandungan pati dan gula pada jaringan kayu tarik menunjukkan jumlah yang lebih rendah dibanding dengan kayu *oppositenya*. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat serangan biologis oleh organisme yang tergantung pada substansi tersebut untuk perkembangan maupun untuk bertahan hidup.

Kelarutan Kayu dalam Sodium Hidroksida 1%

Besarnya kelarutan kayu dalam NaOH 1% pada bagian kayu tarik mindi adalah sebesar 21,2% dan pada bagian kayu opposite 19,75% seperti terlihat pada Gambar 5. Proses pelarutan ini mengekstrak zat ekstraktif, sebagian lignin, hemiselulosa berbobot molekul rendah, dan selulosa yang terdegradasi.

Kelarutan kayu dalam NaOH 1% dapat digunakan sebagai indikator tingkat kelapukan atau kerusakan kayu yang disebabkan oleh serangan jamur pelapuk kayu atau terdegradasi oleh cahaya, panas dan oksidasi. Semakin tinggi kelarutan dalam NaOH, tingkat kerusakan kayu juga meningkat. Besarnya kelarutan dalam NaOH ini dapat menurunkan rendemen pulp dan beberapa sifat kualitasnya (Pari *et al.* 2001 dalam Togu Sofyan Hadi 2008).



Gambar 5. Grafik Kelarutan dalam Sodium Hidroksida 1% *Tension* dan *Opposite* Kayu Mindi

KESIMPULAN

Dari hasil praktikum yang diperoleh besarnya nilai komponen kimia kayu non struktural untuk kayu tarik mindi dan *oppositenya*, pada kayu tarik mindi mempunyai nilai untuk kadar airnya sebesar 11,342%, kadar abu sebesar , kelarutan kayu dalam air dingin sebesar 12,637%, kelarutan kayu dalam air panas sebesar 12,675%, kelarutan dalam benzen sebesar 17,702%, dan kelarutan dalam NaOH 1% sebesar 21,2% sedangkan pada kayu *oppositenya* mempunyai nilai

kadar air sebesar 11,837%, kelarutan kayu dalam air dingin 15, 575%, kelarutan dalam air panas 16,775%, kelarutan dalam benzen 18,008%, sedangkan kelarutan dalam NaOH 1% sebesar 19,75%.

Dari hasil ini dapat dilihat rata-rata nilai yang diperoleh untuk komponen kimia non struktural pada kayu tarik mindi lebih kecil daripada nilai pada kayu oppositenya. Hanya dalam kelarutan NaOH 1% kayu tarik mindi mempunyai nilai yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fengel, D., Wegener G. 1995. *Kayu; Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Haygreen, J. G., dan Bowyer J. L. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Terjemahan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hadi, T. S. 2007. *Sifat Kimia Kayu Tarik Sengon*. Skripsi. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Hoadley, R. B. 2000. *Understanding Wood: A Craftman's Guide to Wood Technology*. The Taunton Press, Inc. USA.
- Kasmudjo dan Sunarto S. 1999. *Sifat-sifat Kayu Mindi dan Peluang Penggunaannya*. Prosiding Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Lin S. Y., C. W. Dence. 1992. *Introduction in: Metodes in Lignin Chemistry*. Springer/Verlag. Berlin-New York.
- Nurchahyo, R. A. 2006. *Struktur Anatomi dan Sifat Fisik Kayu Tarik Sengon*. Skripsi. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Pandit, I. K. N, dan Ramdhan H. 2002. *Anantomi Kayu: Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Baku*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sjostrom E. 1991. *Kimia Kayu Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Terjemahan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Surjokusumo S, et al. 1992. *Studi Mengenai Persyaratan Kayu Sebagai Bahan Konstruksi Pesawat Terbang*. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Tsoumis G. 1991. *Science and Technology of Wood Structure, Properties, Utilization*. New-York.
- Wardani M, et al. 2001. *Mindi (Melia azedarach L.)* Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.