# UPAYA MENINGKATKAN DAYA AWET KAYU WARU (*Hibiscus tiliaceus)* DARI SERANGAN RAYAP TANAH (*Coptotermes curvignathus)* DENGAN PERENDAMAN LARUTAN BORAKS ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)

**TUGAS AKHIR II**

**Disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata I**

**untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**Oleh**

**Hendro Sutrisno**

**NIM 4350405512**

PERPUSTAKAAN
UNNES

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2011**

# PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir II dengan judul " Upaya Meningkatkan Daya Awet Kayu Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Dari Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*) Dengan Perendaman Larutan Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)", disusun oleh : Hendro Sutrisno, telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Tugas Akhir II. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Maret 2011

| Pembimbing I | Pembimbing II |
|---|---|
| Dra. Latifah, M. Si. | F. Widhi Mahatmanti, S Si, M.Si. |
| NIP: 196101071991022001 | NIP : 196912171997022001 |

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir II yang berjudul :

"Upaya Meningkatkan Daya Awet Kayu Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Dari Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*) Dengan Perendaman Larutan Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)"

Disusun oleh;

Nama : Hendro Sutrisno

NIM : 4350405512

telah dipertahankan di hadapan sidang panitia ujian Tugas Akhir II jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, pada

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian

Ketua

Dr. Kasmadi Imam S, M. S
NIP : 195111151979031001

Sekretaris

Drs. Sigit Priatmoko, M. Si
NIP : 196504291991031001

Penguji I

Dra. Sri Mantini Rahayu S, M. Si
NIP : 195010171976032001

Penguji II/Pembimbing II

F. Widhi Mahatmanti, S Si, M.Si.
NIP : 196912171997022001

Penguji III/ Pembimbing I

Dra. Latifah, M. Si
NIP: 196101071991022001

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN

# PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Tugas Akhir II ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Tugas Akhir II ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Maret 2011
Penyusun

Hendro Sutrisno

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# MOTTO DAN PERSEMBAHAN

## Motto:

**"you got...what you did, kalau melakukan kebaikan pasti kebaikan pula yang akan didapatkan, begitu pula sebaliknya"**

**-penulis-**

**"Ketahuilah, bahwa sesungguhnya kehidupan dunia itu hanyalah permainan dan suatu yang melalaikan, perhiasan dan bermegah-megah antara kamu serta berbangga-bangga tentang banyaknya harta dan anak, seperti hujan yang tanam-tanamannya mengagumkan para petani; kemudian tanaman itu menjadi kering dan kamu lihat warnanya kuning kemudian menjadi hancur. Dan di akhirat (nanti) ada azab yang keras dan ampunan dari Allah serta keridhaan-Nya. Dan kehidupan dunia ini tidak lain hanyalah kesenangan yang menipu"**

**-Q.S. Al-A'la: 17-**

**Persembahan :**

Keluarga besar Sutrisno
Bu'e, Papah, Deni,
"kalian segalanya dalam hidupku,"
Keluarga besar di Batang
"thanx a lot"
"Keluarga besar di Jakarta dan Banten"
"Crew REM angkatan 2007 callsign 230 – 235)
"Seluruh crew REM FM"
"teman seangkatan kimia'05 "
"Nina, Jembaw, Dina→ fans aku"
"Rame Kos"
"semua teman, dosen, dan pihak-pihak yang sudah terlibat"
"terima kasih, maturnuwun, arigato…"

PERPUSTAKAAN UNNES

# KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir II yang berjudul "Upaya Meningkatkan Daya Awet Kayu Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Dari Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*) Dengan Perendaman Larutan Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)". Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, Tugas Akhir II ini tidak akan terselesaikan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan FMIPA Unnes.
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unnes.
3. Ibu Dra. Latifah, M. Si., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu extra ordinary dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir II ini.
4. Ibu F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M. Si, selaku Dosen Pembimbing II yang sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan TA II ini.
5. Ibu Dra. Sri Mantini S, M. Si, selaku penguji utama yang telah memberikan masukan sehingga TA II ini dapat menjadi lebih baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
7. Kepala Laboratorium Jurusan Kimia, Unnes. Terima kasih atas Ijin yang diberikan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga Tugas Akhir II ini dapat terselesaikan dengan baik.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Demikian ucapan terima kasih dari penulis, mudah-mudahan Tugas Akhir II ini dapat bermanfaat dan memberikan konstribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam dunia penelitian.

Penulis.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# ABSTRAK

Hendro Sutrisno, 4350405512, 2011, ***" Upaya Meningkatkan Daya Awet Kayu Waru (Hibiscus tiliaceus) Dari Serangan Rayap Tanah (Coptotermes curvignathus) Dengan Perendaman Larutan Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)",*** Tugas Akhir II, Jurusan Kimia FMIPA, UNNES. Dosen Pembimbing 1: Dra. Latifah, M. Si, Dosen Pembimbing II: F.Widhi Mahatmanti, S.Si,M.Si.

Kata kunci: *Boraks, Selulosa, Hibiscus tiliaceus, Coptotermes curvignathus.*

Waru (*Hibiscus tiliaceus*) merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh subur di daerah tropis, ukuran kayu dari tanaman waru juga tidak terlalu besar dan teksturnya tidak terlalu keras sehingga sering dimanfaatkan untuk bahan bangunan rumah dan sekolah seperti jendela, meja, kursi dan atap. Kayu waru merupakan salah satu jenis kayu yang sangat tidak awet karena mudah diserang serangga perusak kayu seperti rayap tanah sehingga tidak ekonomis. Rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) merupakan rayap perusak yang menimbulkan tingkat serangan paling ganas. Rayap tanah akan memakan selulosa dalam kayu waru untuk kebutuhan hidupnya. Pencegahan dari serangan rayap tanah dilakukan dengan merendam kayu waru ke dalam larutan boraks. Variasi konsentrasi larutan boraks adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dengan menggunakan variasi lama perendamannya 1 hari, 2 hari dan 3 hari. Selanjutnya dilakukan uji IR untuk mengetahui perubahan struktur selulosa pada kayu waru dan kestabilan struktur selulosa kayu waru serta dilakukan uji kubur selama 90 hari untuk mengetahui persen penurunan bobot kayu waru. Hasil yang diperoleh dari uji IR adalah adanya perubahan struktur kimia pada kayu waru setelah perendaman dengan larutan boraks. Tampak jelas pada serapan 1458,18 $cm^{-1}$ pada kayu waru tanpa direndam boraks dan pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ pada serapan kayu waru setelah direndam boraks yaitu terdapat gugus $CH_2$. Sedangkan hasil dari uji kubur selama 90 hari menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka persen kehilangan bobot semakin menurun. Kayu waru tanpa perendaman larutan boraks menunjukkan persen kehilangan bobotnya paling banyak yaitu 57,763% (kelas awet V) sehingga mudah diserang rayap tanah. Kayu waru dengan perendaman larutan boraks konsentrasi 5% pada lama perendaman 3 hari, persen kehilangan bobotnya paling sedikit yaitu 5% (kelas awet II) sehingga kayu waru tidak mudah diserang oleh rayap tanah.

PERPUSTAKAAN UNNES

# ABSTRACT

Wasis Hening.R, 4350405500, 2011, ***"Efforts to Improve Long-lasting Power Wood Waru (Hibiscus tiliaceus) From Land Attack Termite (Coptotermes curvignathus) With a Soaking Solution of borax ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)",*** Final Project II, Departement of Chemistry, Mathematics and Science Faculty, Semarang State University, Counsellor I: Dra. Latifah, M. Si, Counsellor II: F.Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si.

Keywords: *Borax, Cellulose, Hibiscus tiliaceus, Coptotermes curvignathus.*

Waru (*Hibiscus tiliaceus*) is a type of plant that can flourish in the tropics, timber size of hibiscus plants are not too big and the texture is not too hard, so often used to house and school building materials such as windows, tables, chairs and a roof. Wood hibiscus is one kind of wood is not durable because they are easily attacked by wood destroying insects such as termites soil so it is not economical.Subterranean termites (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) is the destructive termites cause the most vicious attack rate. Subterranean termites will eat the cellulose in wood spades for their livelihoods. Prevention of subterranean termites attack carried out by soaking the wood spades into the borax solution. Variations borax solution concentration is 1%, 2%, 3%, 4% and 5% by using a variation of the time immersion 1 day, 2 days and 3 days. IR test is then performed to determine changes in the structure of cellulose in wood hibiscus and hibiscus wood cellulose structural stability as well as test the grave for 90 days to determine the percent reduction in timber weight spades. Results obtained from the IR test is a change in the chemical structure of wood spades after soaking with a solution of borax. It was clear at 1458.18 $cm^{-1}$ absorption in spades without soaked wood borax and the absorption at 1427.32 $cm^{-1}$ absorption after immersion borax hibiscus wood that is contained $CH_2$ groups. While the results from the grave test for 90 days showed that the longer the period of immersion, the percent weight loss decreases. Hibiscus wood without soaking solution of borax shows the percent loss of weight at most that is 57.763% (durability class V) so easily attacked by subterranean termites. Hibiscus wood with borax solution soaking concentration of 5% in 3 days soaking, percent weight loss of at least 5% (durability class II) so that the wood is not easily attacked by hibiscus subterranean termites

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... ii
HALAMAN PENGESAHAN ..... iii
PERNYATAAN ..... iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... v
KATA PENGANTAR ..... vi
ABSTRAK ..... viii
ABSTRACT ..... ix
DAFTAR ISI ..... x
DAFTAR GAMBAR ..... xiii
DAFTAR TABEL ..... xiv
DAFTAR LAMPIRAN ..... xv
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Permasalahan ..... 5
1.3 Tujuan Penelitian ..... 5
1.4 Manfaat Penelitian ..... 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Kayu ..... 7
2.2 Kimia Kayu ..... 8
2.2.1 Selulosa ..... 8
2.2.2 Hemiselulosa ..... 10
2.2.3 Lignin ..... 10
2.3 Struktur Anatomi Kayu ..... 11
2.4 Kayu Waru ..... 12
2.5 Pengawetan Kayu ..... 14
2.5.1 Keawetan Kayu ..... 14
2.5.2 Keterawetan Kayu ..... 15
2.5.3 Pengawetan Kayu dengan Metode Rendaman Dingin ..... 15

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

2.6 Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*)..... 17
2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Persebaran Dan Habitat Rayap Tanah ...21
2.7.1 Tipe Tanah..... ..21
2.7.2 Curah Hujan..... 21
2.7.3 Kelembaba.....21
2.7.4 Suhu..... 21
2.8 Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)..... 22
2.8.1 Sifat Fisik dan Kimia Boraks..... 23
2.8.1.1 Sifat-sifat fisik..... 23
2.8.1.2 Sifat-sifat kimia..... 23
2.8.2 Boron..... ..... 25
2.9 Spektroskopi Infra Merah.....26
2.9.1 Sumber..... ..... 26
2.9.2 Monokromator..... ..... 26
2.9.3 Sel Absorbsi..... 26
2.9.4 Detektor..... ..... 27
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Populasi dan Sampel.....28
3.2 Variabel Penelitian..... 28
3.3 Rancangan Penelitian..... . 28
3.3.1 Alat dan Bahan ..... 28
3.3.2 Cara Kerja..... 29
3.3.2.1 Pembuatan Variasi Konsentrasi Larutan Boraks ..... 29
3.3.2.2 Pembuatan Contoh Uji Dari Kayu Waru..... 31
3.3.2.3 Pengawetan Dengan Metode Perendaman..... 31
3.3.2.4 Analisis Gugus Fungsi Dengan IR..... 32
3.3.2.5 Uji Kubur Kayu..... 32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
4.1 Analisis FTIR..... ..... 34
4.2 Kestabilan Struktur Selulosa..... ..... 41
4.3 Uji Kubur Kayu Waru ..... .....43

4.4 Persen Kehilangan Bobot Kayu Waru..... ..... 45
4.4.1 Kayu Waru Tanpa Perendaman Larutan Boraks ..... 45
4.4.2 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks selama 1hari 46
4.4.3 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks selama 2hari 48
4.4.4 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks selama 3hari 50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN
5.1 Simpulan.....53
5.2 Saran.....53
DAFTAR PUSTAKA.....54

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# DAFTAR GAMBAR

Halaman


Gambar 2.1 Struktur Kimia Selulosa ..... 8

Gambar 2.2 Struktur Kimia Hemiselulosa ..... 10

Gambar 2.3 Struktur Kimia Lignin ..... 11

Gambar 2.4 Waru (*Hibiscus tiliaceus*) ..... 12

Gambar 2.5 Rayap Tanah(*Coptotermes curvignathus* Holmgren) ..... 19

Gambar 2.6 Struktur boraks..... 24

Gambar 4.1 Spektrum IR Kayu Waru Tanpa Direndam Larutan Boraks .... 35

Gambar 4.2 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 1% Selama 3 Hari ..... 36

Gambar 4.3 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 2% Selama 3 Hari ..... 37

Gambar 4.4 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 3% Selama 3 Hari ..... 38

Gambar 4.5 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 4% Selama 3 Hari ..... 39

Gambar 4.6 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 5% Selama 3 Hari ..... 40

Gambar 4.7 Uji Kubur Kayu Waru ..... 44

Grafik 4.8 Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 1 Hari.. 47

Grafik 4.9 Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 2 Hari.. 49

Grafik 4.10 Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 3 Hari.. 51

Grafik 4.11 Hubungan Antara Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Lama Perendaman Terhadap Persen Kehilangan Bobot Kayu Waru..... 52


PERPUSTAKAAN UNNES

# DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Pembagian Kelas Awet Kayu ..... 15

Tabel 4.1 Persen Kehilangan Bobot Contoh Uji Kayu Waru Tanpa Perendaman Larutan Boraks ..... 45

Tabel 4.2 Persen Kehilangan Bobot Sampel Uji Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 1 Hari ..... 46

Tabel 4.3 Persen Kehilangan Bobot Sampel Uji Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 2 Hari ..... 48

Tabel 4.4 Persen Kehilangan Bobot Sampel Uji Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari ..... 50

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Jalannya Penelitian ..... 56

2. Perhitungan Persen Kehilangan Bobot..... 61

3. Foto-Foto Pelaksanaan Penelitian..... 66

4. Spektrum IR Selulosa Kayu Waru Tanpa Perendaman Larutan Boraks..... 70

5. Spektrum IR Selulosa dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 1% ..... 71

6. Spektrum IR Selulosa dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 2% ..... 72

7. Spektrum IR Selulosa dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 3% ..... 73

8. Spektrum IR Selulosa dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 4% ..... 74

9. Spektrum IR Selulosa dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 5% ..... 75

PERPUSTAKAAN
UNNES

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Waru (*Hibiscus tiliaceus*) merupakan jenis tanaman yang sangat dikenal oleh penduduk Indonesia. Laju pertumbuhannya diperkirakan 0,75 – 1,5 meter per tahun. Selain dapat tumbuh subur di daerah tropis, ukuran kayu dari tanaman waru juga tidak terlalu besar dan teksturnya tidak terlalu keras sehingga sering dimanfaatkan untuk bahan bangunan rumah dan sekolah seperti jendela, meja, kursi dan atap. Kayu waru merupakan salah satu jenis kayu yang sangat tidak awet. Hal ini dapat menyebabkan pemanfaatannya tidak maksimal dan umur pakainya rendah (Abdurrachman dan Nurwachid, 2006 halaman 130-148). Karena sifatnya sangat tidak awet inilah yang menyebabkan kayu waru sebagai bahan bangunan mudah diserang serangga perusak kayu seperti rayap sehingga tidak ekonomis karena harus sering mengganti kayu yang rusak dengan yang baru.

Di berbagai daerah pada tahun 2004 dilaporkan banyak gedung sekolah yang roboh dengan tanah, atau sebagian rusak parah. Di Jawa Barat dari jumlah ruang kelas 112.826 sebanyak 38.220 ruangan berada dalam kondisi rusak berat, sementara yang rusak sedang sebanyak 43.179. Apabila kondisi ini tidak ditangani secara komperhensif, maka lambat laun fasilitas pendidikan akan sangat kurang mendukung bahkan kemungkinan akan kehilangan daya tampungnya (Nandika dkk, 2003 dalam Niken Surbekti, 2004 halaman 1).

Dari seluruh kerugian yang diderita akibat aktifitas rayap, hampir sebagian besar diakibatkan oleh rayap tanah (Pearce, 1997 dalam Niken Surbekti, 2004 halaman 1). Rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) merupakan rayap perusak yang menimbulkan tingkat serangan paling ganas. Serangan tersebut bisa terjadi walaupun tidak berhubungan langsung dengan tanah. Setelah menyerang, rayap tanah akan memperluas serangannya dengan membuat sarang yang cukup lembab (Kurnia W Prasetiyo dan Sulaeman Yusuf, 2005 halaman 25). Bagian bangunan yang terbuat dari kayu akan diserang terlebih dahulu, karena rayap tanah meruakan serangga pemakan kayu atau bahan-bahan yang terutama terbuat dari selulosa (Dodi Nandika dkk, 2003 halaman 58).

Masalah serangan rayap pada bangunan rumah dan gedung terbesar terjadi di Pulau Jawa, karena selain jumlah penduduknya yang sangat padat, Pulau Jawa juga merupakan pusat proses pembangunan sejak kemerdekaan bangsa Indonesia. Akibat tingginya laju pembangunan di Pulau Jawa, konversi lahan secara luas dari areal pertanian, perkebunan dan hutan untuk pengembangan pemukiman menyebabkan gangguan yang sangat besar terhadap habitat alami rayap. Gangguan inilah yang menyebabkan rayap menjadi hama yang merugikan (Niken Surbekti, 2004 halaman 2).

Pengendalian serangan rayap pada bangunan meliputi upaya pencegahan serangan rayap dan pemberantasan atau menyembuhkan bangunan yang terserang rayap. Tindakan yang paling baik adalah melakukan pencegahan serangan rayap sebelum konstruksi dibangun karena di samping secara ekonomis lebih murah, tindakan ini lebih mudah dilakukan. Pencegahan serangan rayap dapat dilakukan

dengan penggunaan kayu yang diawetkan dengan bahan kimia (Dodi Nandika dkk, 2003 halaman 116). Metode pengawetan kayu yang paling baik adalah dengan rendaman, karena penetrasi bahan pengawet lebih dalam dan banyak masuk kedalam kayu (Dumanauw, 2001 halaman 57).

Untuk mengawetkan kayu yang akan dipakai dalam ruangan di bawah atap, seperti meja dan kursi, dapat digunakan bahan pengawet larut air yang tidak berwarna misalnya persenyawaan boron. Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) merupakan bahan pengawet persenyawaan boron yang larut dalam air sehingga dengan mudah bisa diatur konsentrasi larutan yang diinginkan. Penggunaan boraks pada kayu dengan konsentrasi tertentu dapat bersifat racun terhadap serangga tetapi tidak berbahaya bagi manusia (Wicaksono Atabimo, 1982 halaman 5 – 6).

Penelitian tentang penggunaan boraks untuk bahan pengawet kayu antara lain adalah penelitian aplikasi panas sebagai alternatif untuk mengawetkan kayu yang telah dilakukan oleh Jasni, Pipin Permadi, Didik A. Sudika dan Rusti Rushelia (2003). Dalam penelitian ini dicoba pengaruh aplikasi panas yang dikombinasikan dengan pemberian boraks dalam mengawetkan kayu dan sebagai indikasi keberhasilan metode ini adalah dengan menguji efikasinya terhadap organism perusak kayu. Hasilnya adalah pengawetan kayu menggunakan boraks dengan konsentrasi minimal 3% yang dikombinasikan dengan pemanasan suhu $180^0$C selama satu jam dapat menahan serangan rayap kayu kering dan bubuk kayu kering pada kayu karet maupun kayu pinus.

Dari penelitian di atas, konsentrasi minimal 3% larutan boraks terbukti mampu mengawetkan beberapa jenis kayu dari serangan rayap.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan penggunaan boraks sebagai pengawet kayu waru dengan menentukan waktu perendaman dan konsentrasi larutan boraks. Pengujian dilakukan dengan rayap tanah melalui metode uji kubur untuk mengetahui persen kehilangan bobot sehingga dapat ditentukan kelas awetnya serta dengan FTIR untuk mengetahui adanya perubahan atau tidak pada selulosa dalam kayu waru.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang timbul dalam penelitian ini antara lain :

1. Adakah perubahan struktur kimia kayu waru setelah perendaman boraks?
2. Bagaimana kestabilan struktur selulosa dalam kayu waru setelah dilakukan perlakuan dengan larutan boraks.?
3. Bagaimana pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi larutan boraks terhadap rayap tanah pada penurunan persen bobot kayu waru?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh perendaman larutan boraks terhadap struktur kimia kayu waru.
2. Mengetahui kestabilan struktur selulosa dalam kayu waru setelah dilakukan perlakuan dengan larutan boraks.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

3. Mengetahui pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi larutan boraks terhadap rayap tanah pada penurunan persen bobot kayu waru

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pengaruh perendaman kayu waru dengan larutan boraks terhadap perubahan struktur kimia selulosa kayu waru.
2. Memberikan informasi tentang kestabilan struktur selulosa dalam kayu waru setelah dilakukan perlakuan dengan larutan boraks.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi larutan boraks terhadap rayap tanah pada penurunan persen bobot kayu waru.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1Kayu

Kayu dapat didefinisikan sebagai suatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, sebagai bagian dari suatu pohon. Dalam hal pengelolaannya lebih lanjut, perlu diperhitungkan secara cermat bagian-bagian kayu manakah yang dapat lebih banyak dimanfaatkan untuk suatu tujuan tertentu. Dilihat dari tujuan penggunaannya, kayu dapat dibedakan atas kayu pertukangan, kayu industri, dan kayu bakar (Dumanauw, 2001 halaman 13)

Kayu merupakan bahan dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Pemanfaatannya telah begitu luas dalam berbagai fungsi penyokong kehidupan, antara lain: sebagai peralatan rumah tangga (*furniture*, perkakas dan sebagainya), perumahan dan gedung, kesenian dan olah raga, sarana transportasi dan lain-lain. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan peradaban manusia, maka kebutuhan kayu akan semakin tinggi.

Secara umum pemanfaatan dan pengolahan kayu di Indonesia masih belum efisien, terbukti dengan masih banyaknya limbah yang dihasilkan dan belum termanfaatkan dengan baik sejak penebangan pohon dari hutan, selama pengolahan kayu, dan dalam penggunaannya yang pendek umur pakainya. Peran faktor perusak kayu hayati sangat besar dalam terjadinya inefisiensi pengolahan

dan pemanfaatan kayu. Ragam dan jumlah faktor perusak hayati ini sangat tinggi di Indonesia yang berada di daerah tropis.

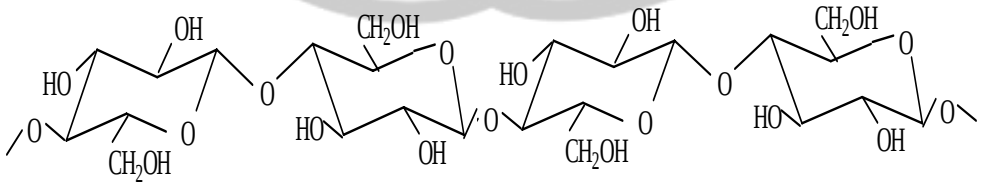
Permasalahan keterbatasan sumber daya kayu, inefisiensi pengolahan dan berbagai kelemahan serta ancaman pada kayu dan produk kayu menuntut sentuhan teknologi yang secara terus-menerus perlu dikembangkan. Sekurang-kurangnya pengembangan teknologi dalam peningkatan ketersediaan kayu secara berkelanjutan dan pengolahannya yang efisien, efektif serta menghasilkan nilai guna dan ekonomi yang optimum (Trisna Priadi, 2005 halaman 1 – 2).

## 2.2Kimia Kayu

Komponen kimia utama penyusun struktur kayu terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin.

### 2.2.1 Selulosa

Selulosa merupakan konstituen utama kayu. Kira-kira 40 – 45% bahan kering dalam kebanyakan spesies kayu adalah selulosa. Selulosa adalah homopolisakarida yang tersusun atas unit-unit beta-d-glukopiranosa yang terikat satu sam lain dengan ikatan glikosida (Eero Sjostrom, 1998 halaman 69)




Gambar 2.1.Struktur Kimia Selulosa (Eero Sjostrom, 1998 halaman 69)

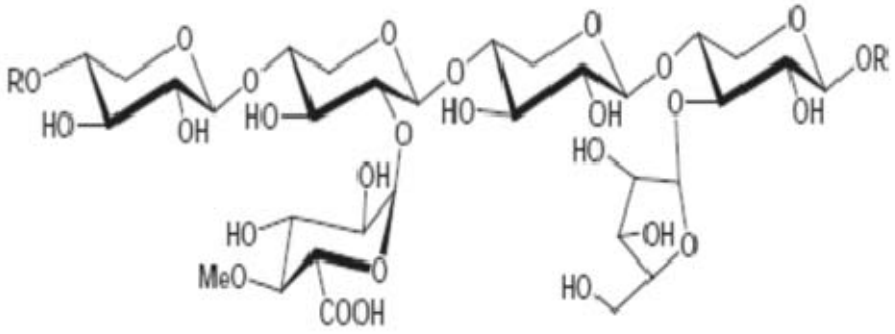
Molekul-molekul glukosa disambung menjadi molekul-molekul besar, panjang, dan berbentuk rantai dalam susunan menjadi selulosa. Selulosa merupakan bahan dasar yang penting bagi industri-industri yang memakai selulosa sebagai bahan baku, misalnya pebrik kertas dan pabrik sutera tiruan (Trisna Priadi, 2005 halaman 31)

Sebagai akibat dari struktur yang berserat dan ikatan-ikatan hidrogen yang kuat, selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut (Eero Sjostrom, 1998 halaman 69). Selulosa merupakan polimer murni tersusun dari rantai-rantai lurus dan panjang dari beta-1,4-glukosa. Rantai-rantai selulosa bersatu membentuk bundle yang dinamakan mikrofibril. Dalam setiap mikrofibril ada daerah kristalin dan daerah amorf. Daaerah kristalin terdiri dari selulosa yang parallel, sedangkan daerah amorf terdiri dari selulosa yang orientasinya acak (Trisna Priadi, 2005 halaman 4).

Selulosa adalah bagian dari kayu yang sangat disukai oleh rayap dibanding selulosa atau lignin. Rayap akan memakan bagian selulosa untuk kebutuhan hidupnya. Perusakan kayu oleh rayap melalui proses "*mecha-no-biodecomposition*" (Nani Nuriyatin dkk, 2003 halaman 80).

### 2.2.2 Hemiselulosa

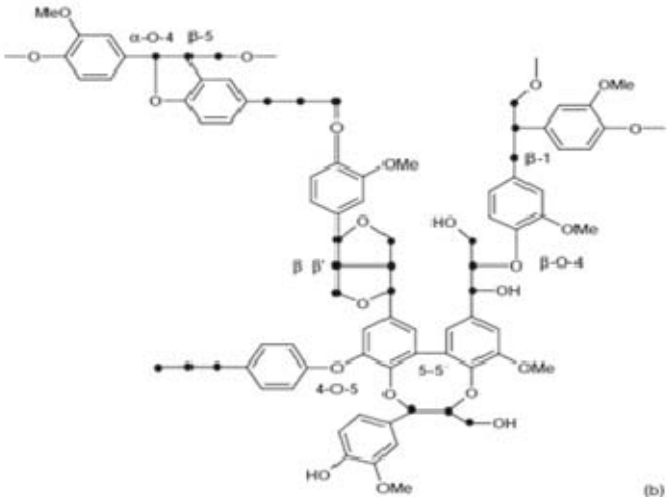
Hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi dalam larutan basa. Proporsi hemiselulosa dalam kayu adalah sekitar 25%- 40% berat kayu. Hemiselulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari gula-gula pentosa (D-xilosa dan L-arabinosa) dan gula-gula hexosa (D-glukosa, D-mannosa, D-galaktosa) (Trisna Priadi, 2005 halaman 4).




Gambar 2.2 Struktur Kimia Hemiselulosa (Sixta, 2006)

### 2.2.3 Lignin

Lignin dalam kayu berkisar antara 20% - 35%, merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari tiga tipe unit *phenil-propene*. Lignin memiliki struktur yang amorf (tidak kristalin). Pada umumnya lamella tengah, dinding primer dan lapisan S1 memiliki proporsi lignin tertinggi, diikuti kemudian oleh hemiselulosa dan selulosa (Trisna Priadi halaman 4) .




Gambar 2.3. Struktur Kimia Lignin (Sixta, 2006)

## 2.3 Struktur Anatomi Kayu

Struktur kayu beragam antar spesies, dalam spesies yang sama, bahkan beragam antar bagian dalam satu pohon. Secara umum ada dua kelompok jenis kayu, yaitu *hardwood* (kayu dari pohon berdaun lebar) dan *softwood* (kayu dari pohon daun jarum *Gymnospermae*). Secara anatomi, kedua kelompok jenis kayu tersebut dapat dengan mudah dibedakan, salah satunya dengan melihat keberadaan sel pori. *Hardwood* memiliki pori, sedangkan *softwood* tidak memiliki pori.

Sel pembuluh (pori) merupakan elemen penyalur dalam *hardwood* sedangkan dalam *softwood*, trakeida bertindak sebagai elemen pendukung/ penguat sekaligus sebagai elemen penyalur. Selain itu ada sel jari-jari memanjang pada arah radial dari empelur sampai akhir kayu gubal. Sel jari-jari pada *hardwood* umumnya lebih beragam dan sering lebih besar dibanding pada *softwood* (Apri Heri Iswanto, 2008).

## 2.4 Kayu Waru

Waru atau baru (*Hibiscus tiliaceus*, suku kapas-kapasan atau *Malvaceae*), juga dikenal sebagai waru laut. Tumbuhan ini asli dari daerah tropika di Pasifik barat namun sekarang tersebar luas di seluruh wilayah Pasifik. Kemampuan bertahannya tinggi karena toleran terhadap kondisi masin dan kering, juga terhadap kondisi tergenang. Tumbuhan ini tumbuh baik di daerah panas dengan curah hujan 800 sampai 2000 mm (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991).

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Perawakannya berupa pohon, tingginya dapat mencapai 15 meter tetapi adapula yang dapat mencapai 30 meter walaupun itu sangat jarang terjadi. Daunnya berbentuk seperti jantung, panjangnya 10 – 15 cm, pangkalnya berlekuk dalam, ujungnya meruncing, tepi rata atau beringgit, biasanya terdapat kelenjar pada 1 – 5 tulang cabang daun di permukaan daun bagian bawah, permukaan atasnya licin, mempunyai bulu-bulu berbentuk bintang pada permukaan daunnya. Laju pertumbuhannya diperkirakan 0,75 – 1,5 meter per tahun.

Gambar 2.4. Waru (*Hibiscus tiliaceus*)

PERPUSTAKAAN UNNES

Waru dianjurkan untuk ditanam dalam rangka menghijaukan tanah-tanah yang rawan erosi selain sebagai tanaman pelindung. Kebanyakan waru yang ditanam memang untuk diambil kayu dan kulitnya walaupun hampir semua bagian tanaman juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan manusia. Kaunya ringan, lunak, agak padat dan bertekstur halus. Di Ambon, batangnya yang telah tua dapat dipakai untuk tiang rumah. Di Pulau Jawa, kayu waru digunakan untuk pembuatan kereta serta bahan bangunan rumah dan sekolah.

Ukuran kayu dari tanaman waru juga tidak terlalu besar dan teksturnya tidak terlalau keras sehingga sering dimanfaatkan untuk membuat jendela, meja, kursi, dan atap (Suratman, S.Si, M.Si)

Kayu waru merupakan jenis kayu *hardwood* karena kayunya berasal dari pohon berdaun lebar dan memiliki sel jari-jari yang lebih besar dibanding *softwood* (Apri Heri Iswanto, 2008). Digolongkan dalam kelas awet V yang berarti merupakan jenis kayu sangat tidak awet karena mudah diserang serangga perusak kayu seperti rayap. Hal ini mungkin dikarenakan selain kayu waru mengandung selulosa tinggi, teksturnya yang tidak terlalu keras dan sel jari-jarinya yang besar sehingga rayap dapat dengan mudah menyerang. Mempunyai kelas kuat V yang berarti masa umur pakainya kurang dari 2 tahun (Abdurrachman dan Nurwachid, 2006 halaman 130 – 148).

## 2.5 Pengawetan Kayu

### 2.5.1 Keawetan Kayu

Salah satu kekurangan kayu adalah dapat dirusak oleh organisme hidup seperti jamur, serangga dan binatang laut yang hidup merombak komponen utama pembentuk kayu seperti lignin dan selulosa, serta menurunkan kekuatan kayu. Usia pakai kayu tergantung pada kelas awet kayu terhadap faktor perusak (Ridwan Batubara, 2006 halaman 2).

Keawetan kayu diartikan sebagai daya tahan kayu terhadap serangan faktor perusak kayu dari golongan biologis. Keawetan alami ditentukan oleh zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap serangga perusak, sehingga dengan

sendirinya keawetan alami ini akan bervariasi sesuai dengan variasi jumlah serta jenis zat ekstraktifya (Rendy Kurniawan Rachmat, 2007 halaman 3).

Mungkin inilah yang menjadi penyebab kayu waru mudah diserang oleh rayap tanah, yaitu karena zat ekstraktif alami dalam kayu waru tidak dapat mencegah serangan rayap tanah. Sehingga perlu dilakukan perlakuan dengan bahan kimia yang beracun untuk mencegah serangan dari rayap tanah.

Untuk mengetahui keawetan kayu adalah dengan menggunakan metode uji kubur kayu. Selisih kehilangan persen bobot kayu sebelum dan setelah dilakukan metode uji kubur kayu dihitung sebagai acuan untuk mengelompokkan kelas awet kayu dan umur pakainya. Kayu dari kelas awet I merupakan kayu dengan kategori sangat awet dan umur pakainya lebih dari 10 tahun sedangkan kayu dari kelas awet V merupakan kayu dengan kategori sangat tidak awet dan umur pakainya kurang dari 2 tahun. Data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Pembagian Kelas Awet Kayu

| Kelas Awet | Kategori | Penurunan Berat (%) | Umur Pakai Kayu (Tahun) |
|---|---|---|---|
| I | Sangat awet | < 1,0 | >10 |
| II | Awet | 1,0 – 5,0 | 5 – 10 |
| III | Kurang awet | 5,0 – 10,0 | 5 – 10 |
| IV | Tidak awet | 10,1 – 30,0 | 2 – 5 |
| V | Sangat tidak awet | > 30,0 | < 2 |

Sumber: Cartwright dan Findlay (1958) dalam Rendy Kurniawan Rachmat (2007)

### 2.5.2 Keterawetan Kayu

Keterawetan kayu adalah kemampuan kayu untuk ditembus oleh bahan pengawet, sampai mencapai retensi dan penetrasi tertentu yang secara ekonomi menguntungkan dan efektif untuk mencegah faktor perusak kayu. Jika kayu tidak awet dipakai untuk perumahan dan gedung maka usia pakainya akan pendek,

sehingga harus menggantinya dengan kayu yang baru. Akibatnya konsumsi kayu sering melebihi kecepatan pertumbuhan pohon, dan menyebabkan menyusutnya persediaan sumber daya hutan kayu yang makin lama terancam habis (Ridwan Batubara, 2006 halaman 4).

### 2.5.3 Pengawetan Kayu Dengan Metode Rendaman Dingin

Pengawetan kayu adalah proses memasukkan bahan kimia beracun atau bahan pengawet ke dalam kayu untuk meningkatkan kelas awet suatu jenis kayu. Pemberian bahan pengawet ke dalam kayu diharapkan dapat memperpanjang usia pakai kayu (Rendy Kurniawan Rachmat, 2007 halaman 3).

Menurut Tobing (1977) dalam Rendy Rachmat Kurniawan (2007), pada metode rendaman dingin kayu-kayu yang akan diawetkan direndam dalam larutan bahan pengawet pada suhu kamar selama beberapa hari atau beberapa minggu. Lebih dari separuh absorbsi terjadi pada 24 jam pertama. Penetrasi pada kayu yang tidak dikeringkan terlebih dahulu biasanya sangat kecil.

Keuntungan metode perendaman:

1. Penetrasi dan retensi bahan pengawet lebih banyak.
2. Kayu dalam jumlah banyak dapat diawetkan bersama.
3. Larutan dapat digunakan berulang kali (dengan menambah konsentrasi bila berkurang).

Bahan pengawet adalah bahan-bahan kimia yang apabila dimasukkan ke dalam kayu akan menyebabkan kayu menjadi tahan terhadap serangan faktor-faktor perusak kayu golongan biologis. Berdasarkan sifat fisik dan kimianya, bahan pengawet kayu dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu bahan

pengawet berupa minyak, bahan pengawet larut minyak, dan bahan pengawet larut air. Jenis bahan pengawet larut air baik digunakan untuk mengawetkan kayu yang akan digunakan di dalam rumah yang umumnya terletak di bawah atap (Rendy Kurniawan Rachmat, 2007 halaman 5).

Pengawetan kayu merupakan suatu cara untuk meningkatkan keawetan kayu terhadap serangan faktor biologis penyebab kerusakan kayu. Caranya adalah dengan memasukkan bahan kimia beracun ke dalam kayu, yang mengganggu kehidupan biologi tersebut sehingga kayu menjadi kebal terhadap serangan organisme dan usia pakainya menjadi lebih lama dari sebelum diawetkan.

Tipe bahan pengawet ini memiliki sifat-sifat umum antara lain:

1. Tidak mengotori kayu.
2. Dijual dalam perdagangan berbentuk garam, larutan pekat dan serbuk.
3. Penetrasi bahan pengawet cukup tinggi masuk ke dalam kayu.

Contoh bahan pengawet yang larut air adalah boraks (Dumanauw, 2001 halaman 57 – 58).

PERPUSTAKAAN
UNNES

## 2.6 Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus*)

Kondisi iklim dan tanah termasuk banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan rayap. Oleh karena itu, lebih dari 80% daratan Indonesia merupakan habitat yang baik bagi kehidupan berbagai jenis serangga ini. Rayap adalah serangga social yang hidup dalam suatu komunitas yang disebut koloni. Komunitas tersebut bertambah efisien dengan adanya

spesialisasi atau kasta, diamana masing-masing kasta mempunyai bentuk dan peran yang berbeda dalam kehidupannya (Dodi Nandika dkk, 2003 halaman 4).

Pada habitat yang tidak terganggu, rayap memiliki peranan yang sangat penting, khususnya di daerah tropik seperti Indonesia. Serangga ini berperan dalam proses daur ulang nutrisi tanaman melalui proses dekomposisi material organik dari kayu menjadi material anorganik. Namun, pembukaan lahan hutan untuk perkebunan, pertanian dan dan perumahan yang dilakukan oleh manusia mengakibatkan perubahan status rayap menjadi serangga hama yang merugikan karena merusak tanaman budi daya dan bangunan. Diantara beberapa jenis rayap yang dianggap mempunyai daya rusak tinggi adalah rayap tanah.

Rayap tanah merupakan salah satu organisme perusak kayu pada bangunan yang terpenting, karena kerusakan yang ditimbulkan adalah yang terbesar bila dibandingkan dengan organisme perusak lain (Nurul Aini, 2005). Rayap *Coptotermes curvignathus* memiliki daya serang, bahkan serangannya dapat mencapai lantai 26 gedung bertingkat. Rayap ini pertama kali dideskripsikan oleh Holmgren pada tahun 1913 dari specimen yang diperolehnya dari Singapura (Dodi Nandika dkk, 2003 halaman 109).

Untuk mencapai sasarannya rayap tanah dapat menembus tembok yang tebalnya beberapa sentimeter, menghancurkan plastik, kabel dan penghalang fisik lainnya. Apapun bentuk konstruksi bangunan gedung, rayap ini dapat menembus lubang terbuka atau celah sekecil satu per enam puluh empat inci. Rayap tanah juga dapat membuat lubang di atas pondasi, terus ke atas hingga mencapai kuda-kuda dan di seluruh permukaan tembok.

Dengan demikian, rayap tanah mampu menyerang bangunan dengan cara:

1. Menyerang melalui kayu yang berhubungan langsung dengan tanah,
2. Masuk melalui retakan-retakan atau rongga pada dinding dan pondasi,
3. Dengan cara membuat liang-liang di atas permukaan kayu, beton, pipa dan lain-lain.
4. Menembus obyek-obyek penghalang seperti plastik, logam tipis, dan lain-lain walaupun penghalang tersebut bukan makanannya.

Sekali rayap mampu mencapai sasarannya maka rayap akan memperluas serangannya sampai bagian-bagian yang tinggi dengan membuat sarang antar di dalam bangunan yang jauh dari tanah dan memanfaatkan sumber-sumber kelembaban yang tersedia dalam bangunan tersebut (Nandika dkk, 2003 halaman 108 - 109).

Kasta pekerja merupakan anggota yang sangat penting dalam koloni rayap. Tidak kurang dari 80 – 90% populasi dalam koloni rayap merupakan idividu-individu kasta pekerja. Kasta pekerja umumnya berwarna pucat dengan kutikula hanya sedikit mengalami penebalan sehingga tampak menyerupai nimfa.

Gambar 2.5. Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Walaupun kasta pekerja tidak terlibat dalam proses perkembangbiakan koloni dan pertahanan, namun hampir semua tugas koloni dikerjakan oleh kasta ini. Kasta pekerja akan bekerja terus tanpa henti, memelihara telur dan rayap muda, serta memindahkannya pada saat terancam ke tempat yang lebih aman. Kasta pekerja bertugas memberi makan dan memelihara ratu, mencari sumber makanan, menumbuhkan jamur dan memeliharanya. Kasta pekerja juga membuat serambi sarang dan memperbaikinya bila rusak. Rayap pekerja inilah yang sering menghancurkan tanaman, kayu, dan bahan berselulosa lainnya (Nandika dkk, 2003 halaman 12).

Rayap tanah mampu beradaptasi di dalam lingkungan pemukiman yang menjadi habitat manusia termasuk menyesuaikan terhadap kondisi lingkungan di dalam bangunan. Oleh karena itu rayap tanah sering dijumpai menyerang bangunan dan bahkan mampu membuat sarang-sarang di dalamnya pada tempat-tempat yang tidak secara langsung berhubungan dengan tanah. Kehadiran rayap tanah pada bangunan maupun di lingkungan pemukiman merupakan indikasi bahaya hama bangunan yang utama, karena mampu menyerang bagian-bagian komponen bangunan yang tinggi seperti rangka atap dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

Pada bangunan panggung, rayap tanah menyerang kayu bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah seperti tiang bangunan yang tidak menggunakan pondasi dari beton. Sedangkan pada bangunan non panggung, rayap tanah menyerang melalui retakan atau celah dinding, rongga lantai dan pondasi. Melalui lubang yang sangat kecil, rayap masuk ke dalam kayu, semakin

lama semakin dalam, memanjang searah dengan serat-serat kayu. Ada beberapa bangunan yang penyebaran rayapnya melalui mebeler yang menempel pada dinding bangunan. Pada bangunan yang mengalami kebocoran, umumnya mudah diserang rayap. Hal ini memungkinkan terjadinya iklim mikro dengan kelembaban yang tinggi pada bangunan tersebut yang sangat disukai rayap. (Nurul Aini, 2005).

## 2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Persebaran Dan Habitat Rayap Tanah

Dalam disebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi persebaran dan habitat rayap tanah antara lain:

### 2.7.1 Tipe tanah

Tanah bagi rayap ini berguna sebagai tempat hidup dan dapat mengisolasi dari suhu serta kelembaban yang sangat ekstrim. Jenis tanah yang paling baik untuk habitat rayap tanah adalah tipe tanah yang mengandung liat, karena memiliki kandungan bahan organik yang tinggi.

### 2.7.2 Curah hujan

Curah hujan umumnya memberikan pengaruh fisik secara langsung pada kehidupan koloni. Diantaranya dalam membangun sarang, baik di dalam maupun di permukaan tanah. Pengaruh lainnya adalah terhadap aktifitas jelajah rayap dan keluarnya laron dari sarangnya.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

### 2.7.3 Kelembaban

Perubahan kelembaban sangat mempengaruhi aktifitas jelajah koloni. Rayap tanah memerlukan kelembaban yang tinggi. Perkembangan optimumnya dicapai pada kisaran kelembaban 75 – 90%.

### 2.7.4 Suhu

Suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi kehidupan rayap, baik terhadap perkembangan maupun aktifitasnya. Kisaran suhu optimum adalah 15 – $38^0$C.

(Dodi Nandika dkk, 2003)

## 2.8 Boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)

Hunt dan Garrat (1938) dalam Wicaksono Atabimo (halaman 6), mengemukakan bahwa boraks merupakan bahan pengawet yang tahan terhadap api dan mempunyai daya racun terhadap jamur. Dikatakan pula penggunaan boraks dengan konsentrasi 5% sudah cukup untuk pengawetan, dan dianjurkan sebaiknya kayu yang akan diawetkan itu berada dalam keadaan siap pakai (Wicaksono Atabimo ,1982 halaman 6)

Dalam pengawetan kayu, boraks sendiri merupakan jenis termisida organik yang berasal dari mineral boron dan mempunyai nama dagang *Impralii 16 SP*. Cara kerjanya sebagai *protectants*, yakni termisida yang mampu melindungi bahan dari serangan dan kerusakan yang diakibatkan rayap perusak. Boraks jarang digunakan dalam bentuk aslinya, tetapi dialihkan dalam bentuk lain berupa konsentrasi atau pekatan yang diformulasikan sehingga menjadi bahan

siap pakai. Sebelum dipakai, formulasi tersebut harus dicampur dengan bahan pengencer seperti air dan larutan asam boraks (Kurnia W Prasetiyo dan Sulaeman Yusuf, 2004 halaman 40).

Kamil et al (1971) dalam Wicaksono Atabimo (halaman 5), mengatakan bahwa untuk mengawetkan kayu yang akan dipakai dalam ruangan di bawah atap, seperti alat keperluan rumah tangga, dapat digunakan bahan pengawet larut air yang tidak berwarna misalnya jenis-jenis persenyawaan bor. Bilamana kayu yang diawetkan jumlahnya banyak, kayu-kayu tersebut diikat dalam ikatan besar kemudian dicelupkan ke dalam larutan bor konsentrasi 20 sampai 40 persen asam borat ekivalen (Wicaksono Atabimo ,1982 halaman 5)

### 2.8.1 Sifat Fisik Dan Kimia Boraks

2.8.1.1 Sifat-sifat fisik

1. Berat molekul : 381,372 g/gmol
2. Bentuk : granular
3. Titik leleh : 75 $^0$C
4. Titik didih : 200 $^0$C

2.8.1.2 Sifat-sifat kimia

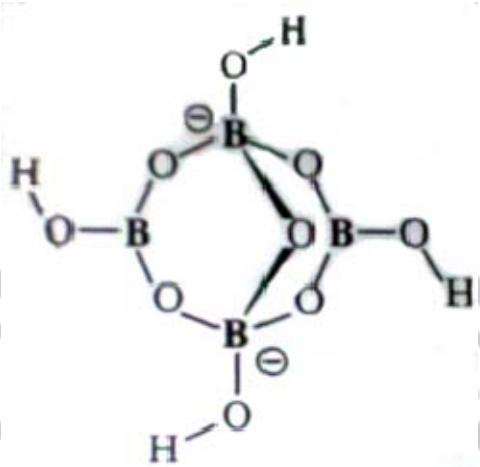
Granular boraks ketika dipanaskan maka akan kehilangan air dan menjadi bentuk $Na_2B_4O_7$.

Reaksi : $Na_2B_4O_7.10H_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 10H_2O$

Novilia Indri Hapsari (2008, halaman 8).

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Boraks merupakan bahan pengawet persenyawaan bor yang larut air dengan rumus kimia $Na_2B_4O_7.10H_2O$.



Gambar 2.6 . Struktur boraks (Kristian H. Sugiyarto halaman 155)

Boraks dan asam boraks merupakan bahan pengawet larut air dengan rumus kimia masing-masing $Na_2B_4O_7.10H_2O$ dan $H_3BO_3$. Beberapa sifat baik yang dimiliki oleh bahan persenyawaan bor adalah:

1. beracun terhadap jamur perusak kayu
2. beracun terhadap serangga
3. dapat digunakan baik secara tekanan vakum maupun cara difusi
4. kayu yang diawetkan dengan persenyawaan bor tidak berbahaya bagi manusia, ternak dan tidak berbau
5. tidak korosif terhadap logam
6. dapat diplitur seperti halnya kayu yang tidak diawetkan
7. tidak menimbulkan warna pada kayu, bila diinginkan warna tertentu dapat ditambahkan cat atau zat warna pada pelarutnya.

Oleh karena sifatnya yang tidak menimbulkan warna pada kayu, maka bahan pengawet boraks dan asam boraks dapat digunakan pada kayu yang pemakaiannya dibawah atap atau untuk keperluan mebel serta alat rumah tangga lainnya. Bahan pengawet ini dipergunkan dengan tehnik khusus sesuai dengan prinsip proses difusi. Bahan pengawet ini dapat dipakai untuk mengawetkan kayu yang masih basah dengan cara-cara tertentu, sedangkan sifat demikian tidak dimiliki oleh bahan pengawet larut minyak atau yang dilarutkan dengan minyak, karena harus menggunakan kayu dalam keadaan kering (Wicaksono Atabimo, 1982 halaman 5 – 6).

### 2.8.2 Boron

Boron merupakan unsur yang jarang terdapat dalam kerak bumi, tetapi banyak dijumpai sebagai deposit dalam senyawa garamnya, borat yaitu boraks atau sodium tetraborat - $Na_2B_4O_7.10H_2O$, *kernite* - $Na_2B_4O_7.4H_2O$, dan kolemanit $Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$. Deposit terbesar terdapat di Boron – California. Struktur ion borat sesungguhnya lebih rumit dari formula yang dinyatakan tersebut. Misalnya, boraks sesungguhnya tersusun oleh ion $[B_4O_5(OH)_4]^{2-}$. Kira-kira 35% produksi boron dipakai di pabrik pembuatan kaca borosilikat (yang diperdagangkan dengan merek *Pyrex*) yang sangat tahan pemanasan pada temperatur tinggi. Kira-kira 20% produksi boron dipakai sebagai bahan pencuci, detergen yang sangat efektif pada temperatur $90^0$C, yaitu sebagai senyawa natrium perokso borat - $NaBO_3$. Boron tidak pernah dijumpai sebagai senyawa kationik karena tingginya entalpi ionisasi, tetapi membentuk senyawa kovalen

dengan pembentukan orbital $sp^2$ untuk menghasilkan struktur segitiga samasisi seperti dalam senyawa $BX_3$ (X= halogen) (Kristian H. Sugiyanto, 2005 halaman 154 – 156).

Perlakuan kayu dengan menggunakan komposisi boron dapat mempengaruhi sifat ketahanan terhadap api, ketahanan terhadap kerusakan biologi dan peningkatan sifat-sifat lain. Akan tetapi adanya sifat mudah luntur membuat kayu menjadi tidak efektif untuk pemakaian kontak langsung dengan tanah (Sulaeman Yusuf dan Takeshi Furuno, 2005 halaman 32).

## 2.9 Spektroskopi Infra Merah

Spektrofotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu. Fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer Infra Merah merupakan alat rutin untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran. Spektrofotometri infra merah sangat penting dalam kimia modern, terutama dalam daerah organik.

Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinyu,monokromator, sel pengabsorpsi dan detektor.

### 2.9.1 Sumber

Sumber yang biasa digunakan pada spektroskopi absorpsi adalah lampu wolfram. Kebaikan lampu wolfram adalah energi radiasi yang dibebaskan tidak bervariasi pada berbagai panjang gelombang.

### 2.9.2 Monokromator

Digunakan untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis. Alatnya dapat berupa prisma.

### 2.9.3 Sel absorpsi

Pada pengukuran di daerah tampak, dapat digunakan kuvet kaca, tetapi pada pengukuran daerah UV harus menggunakan sel kuarsa. Umumnya tebal kuvet adalah 10 mm, sel yang biasa digunakan berbentuk persegi, tetapi bentuk silinder dapat juga digunakan.

### 2.9.4 Detektor

Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang.

Aplikasi IR dalam kimia terutama untuk analisis kualitatif, khususnya untuk analisis gugus fungsional dan bersama-sama dengan alat spektrskopi lainnya untuk menentukan struktur senyawa tertentu. Analisis kuantitatif dengan IR meliputi jenis sampel yang cukup luas misalnya ketidakjenuhan asam lemak dalam minyak atau lemak, kandungan minyak bumi dalam air dan lain-lain. (Chairil Anwar, 1999 halaman 10).

# BAB III

# METODE PENELITIAN

## 3.1 Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek yang diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah semua kayu waru yang tumbuh di desa Gunungpati Semarang.

## 3.2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas, yaitu variabel yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah lama perendaman kayu waru dengan larutan boraks dan konsentrasi larutan boraks.
2. Variabel terikat, yaitu variabel yang akan menjadi titik pusat penelitian. Variabel terikat dalam penelitan ini adalah daya awet kayu waru.
3. Variabel terkendali, yaitu variabel yang dijaga atau dikendalikan agar selalu konstan. Meliputi suhu, berat kayu waru, volume perendaman dan lain sebagainya.

PERPUSTAKAAN
UNNES

## 3.3 Rancangan Penelitian

### 3.3.1 Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat gelas merk *pyrex*, Neraca analitis merk *Ohaus*, Pengaduk, Kotak plastik, pemberat dari batu, mortar, Spektrotometer merek *Shimadzu*

2. Bahan

Boraks p.a, Aquades, Kayu waru, Serbuk KBr p.a, Tanah sebagai media, Rayap tanah

### 3.3.2 Cara Kerja

#### 3.3.2.1 Pembuatan Variasi Konsentrasi Larutan Boraks.

Larutan boraks dibuat dengan variasi konsentrasi yaitu: 1%, 2%, 3%, 4%, 5%.

Karena boraks yang digunakan bubuk, maka dapat digunakan rumus:

Konsentrasi larutan = $\frac{b}{v}$ x 100%

b = berat bahan pengawet (kg)

v = volume air pelarut (liter)

(Tikno Iensufiie, 2008 halaman 57).

Pembuatan variasi konsentrasi larutan boraks menggunakan bubuk boraks yang dimasukkan ke dalam labu ukur dan dilarutkan dengan aquades hingga volume mencapai satu liter.

Untuk berat boraks yang digunakan dalam membuat variasi larutan boraks sebanyak satu liter dapat dihitung menggunakan rumus :

1. Larutan boraks 1% = $\frac{b}{1\ liter}$ x 100%

$$1\% = \frac{b}{1} \times 100\%$$

$$\frac{1\%}{100\%} = \frac{b}{1}$$

$$0{,}01 = \frac{b}{1}$$

$$b = 0{,}01 \text{ kg}$$

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

2. Larutan boraks 2% $= \frac{b}{1\ liter}$ x 100%

$2\% = \frac{b}{1}$ x 100%

$\frac{2\%}{100\%} = \frac{b}{1}$

$0{,}02 = \frac{b}{1}$

b = 0,02 kg

3. Larutan boraks 3% $= \frac{b}{1\ liter}$ x 100%

$3\% = \frac{b}{1}$ x 100%

$\frac{3\%}{100\%} = \frac{b}{1}$

$0{,}03 = \frac{b}{1}$

b = 0,03 kg

4. Larutan boraks 4% $= \frac{b}{1\ liter}$ x 100%

$4\% = \frac{b}{1}$ x 100%

$\frac{4\%}{100\%} = \frac{b}{1}$

$0{,}04 = \frac{b}{1}$

b = 0,04 kg

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

5. Larutan boraks 5% $= \frac{b}{1\ liter}$ x 100%

$5\% = \frac{b}{1}$ x 100%

$\frac{5\%}{100\%} = \frac{b}{1}$

$0{,}05 = \frac{b}{1}$

b = 0,05 kg

**3.3.2.2 Pembuatan Contoh Uji Dari Kayu Waru**

Kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu waru ( *Hibiscus teleaceus*) yang diperoleh dari daerah Gunungpati Semarang. Kayu waru tersebut dikeringkan lalu dipotong-potong menjadi contoh uji yang berukuran 3 cm x 2 cm x 20 cm (Apri Heri Iswanto, 2008 halaman 23).

**3.3.2.3 Pengawetan dengan Metode Perendaman**

1) Menimbang berat awal contoh uji
2) Menyiapkan bak perendaman
3) Menyusun contoh uji dari kayu waru ke dalam bak perendaman, semua kayu harus masuk ke dalam bak perendaman dan diberi pemberat batu di atasnya
4) Larutan boraks dituangkan ke dalam bak perendaman sampai seluruh permukaan kayu terendam semua
5) Mulai menghitung waktu perendaman menggunakan stopwatch
6) Variasi waktu perendaman adalah selama satu hari, dua hari dan tiga hari.
7) Meniriskan contoh uji lalu menimbang beratnya setelah diawetkan.

(Rndy Kurniawan Rachmat, 2007 halaman 10)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

**3.3.2.4 Analisis Gugus Fungsi dengan IR**

1) Menggerus sampel kayu waru hingga halus dengan alat mortar.
2) Campurkan serbuk sampel kayu waru dengan serbuk KBr. Serbuk KBr harus lebih halus dari 200 mesh.
3) Untuk menghomogenkan campuran sampel kayu waru dan KBr digunakan alat *Vibrating Mill.*
4) Campuran yang sudah homogen dimasukkan diantara dua pil baja tahan karat yang permukaannya lebih licin.
5) Hubungkan dengan pompa vakum menggunakan selang karet dan pemvakuman dimulai dengan pompa hidrolik selama 10-15 menit.
6) Matikan pompa vakum, lepaskan selang karet penghubung.
7) Gunakan alat lain untuk mengeluarkan pil KBr yang dibuat.
8) Tekan keluar pellet KBr dalm silinder secara pelan-pelan melalui tongkat tekan dengan pompa hidrolik.
9) Jepit pellet dengan *pellet holder* kemudian masukkan ke ruangan sampel.

(Chairil Anwar, 2003 halaman 19 – 21).

**3.3.2.5 Uji kubur kayu**

PERPUSTAKAAN UNNES

1) contoh uji dibuat dengan ukuran 2 X 3 X 20 cm
2) contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu $102^0$C selama 24 jam lalu ditimbang beratnya sebelum pengujian.
3) kemudian tanam contoh uji dalam tanah yang terdapat koloni rayap hingga menyisakan sekitar 5cm bagian yang atas.
4) lama pengujian selama 90 hari (3 bulan).

5) Setelah 3 bulan, contoh uji diambil dan dibersihkan dari tanah yang menempel.
6) dikeringkan dalam oven dengan suhu $102^0$C selama 24 jam sehingga diperoleh berat setelah pengujian.

(Apri Heri Iswanto, 2008 halaman 23)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

# BAB IV

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

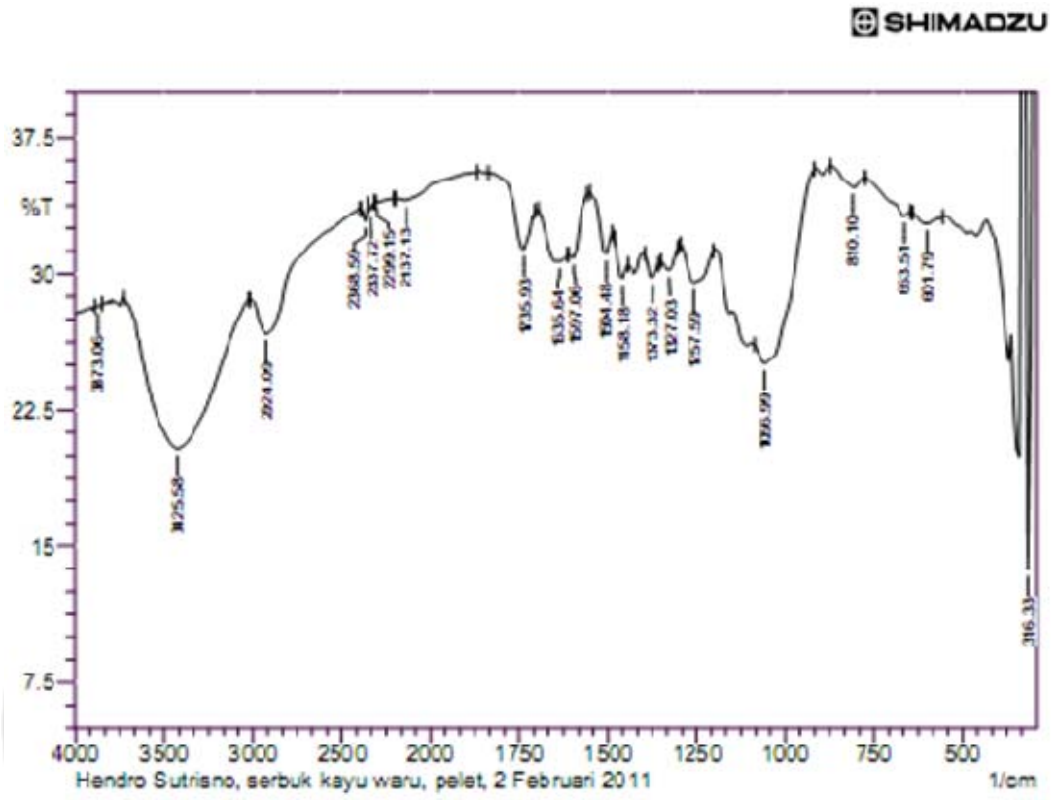
Pada penelitian ini digunakan sampel kayu waru dengan umur 5 tahun yang tumbuh di daerah Gunungpati UNNES. Tinggi kayu waru sekitar 7 – 8 meter dengan diameternya sekitar 30 cm. Lalu sampel dipotong-potong dengan ukuran 3cm x 2cm x 20cm. Sampel dikeringkan dengan dijemur di bawah panas matahari selama 3 – 4 hari untuk menghilangkan air dan getah, selanjutnya dimasukkan dalam oven dengan suhu $102^0$C selama 24 jam agar beratnya konstan.

## 4.1 Analisis FTIR

Sampel yang diuji adalah sampel kayu waru tanpa direndam larutan boraks dan sampel kayu waru setelah direndam boraks dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Dipilih waktu perendaman selama 3 hari agar larutan boraks dapat masuk lebih dalam ke lapisan kayu waru. Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu $102^0$C selama 24 jam. Selanjutnya di blender agar menjadi serbuk dan diberi tanda antara serbuk kayu waru yang tanpa direndam dengan larutan boraks dan serbuk kayu waru yang sudah direndam larutan boraks. Lalu dicampur dengan serbuk KBr dan dijadikan pelet untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam alat spektrofotometer Infra Merah.

PERPUSTAKAAN UNNES

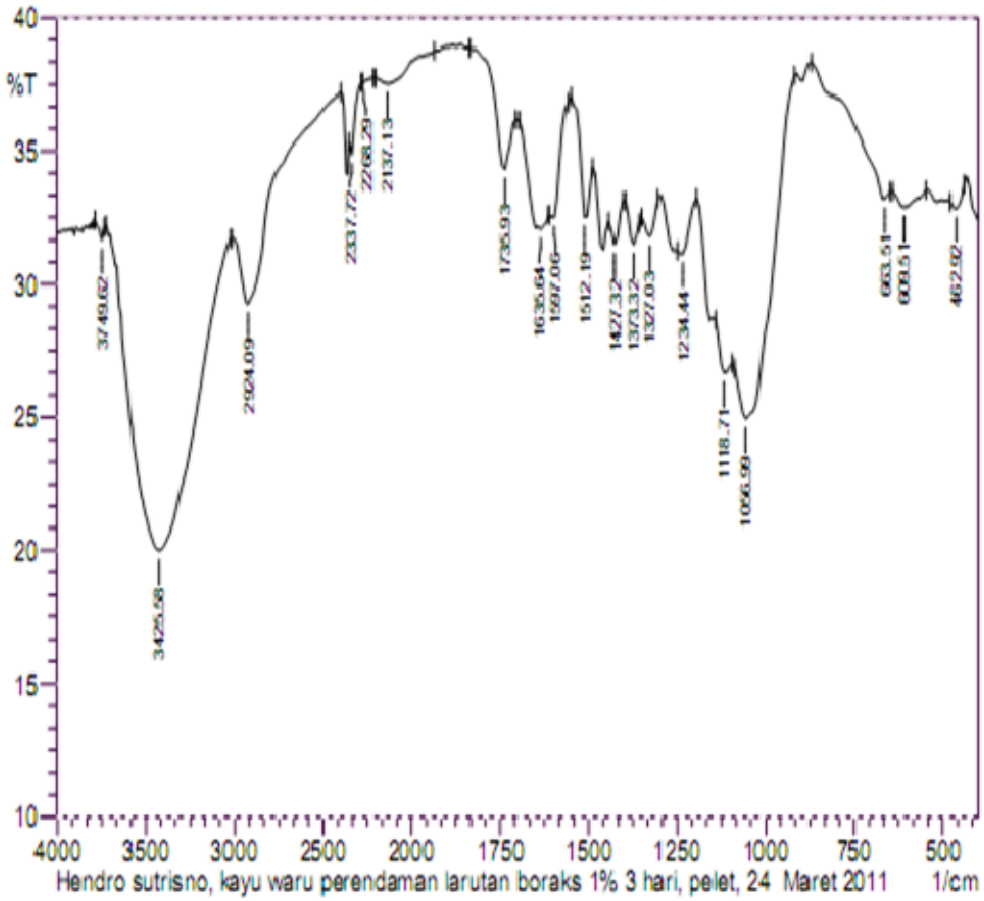
Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru tanpa direndam larutan boraks disajikan pada gambar 4.1, dibawah ini :




Gambar 4.1 Spektrum IR Kayu Waru Tanpa Direndam Larutan Boraks

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru tanpa direndam larutan boraks pada gambar 4.1 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1458,18 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru setelah direndam dengan boraks disajikan pada gambar 4.2, dibawah ini :

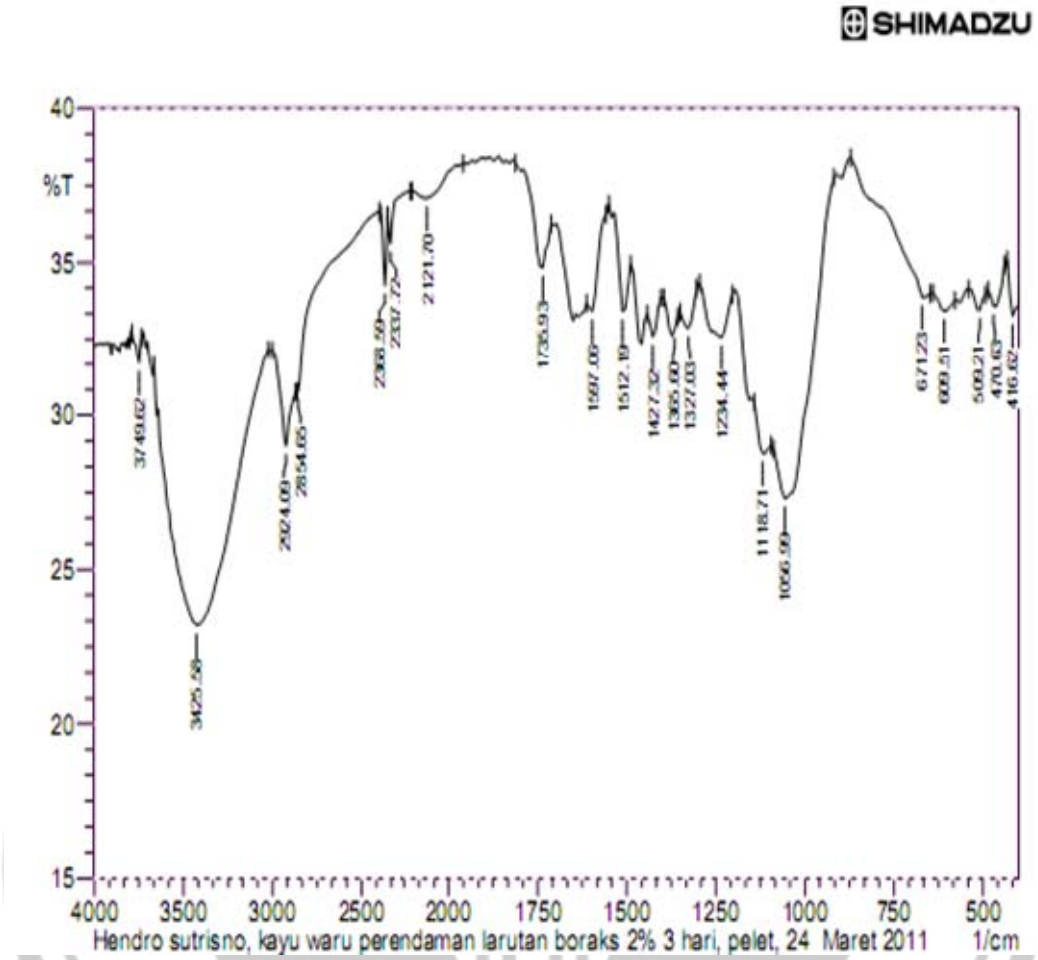



Gambar 4.2 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 1% Selama 3 Hari

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru setelah direndam larutan boraks pada gambar 4.2 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru setelah direndam dengan boraks disajikan pada gambar 4.3, dibawah ini :

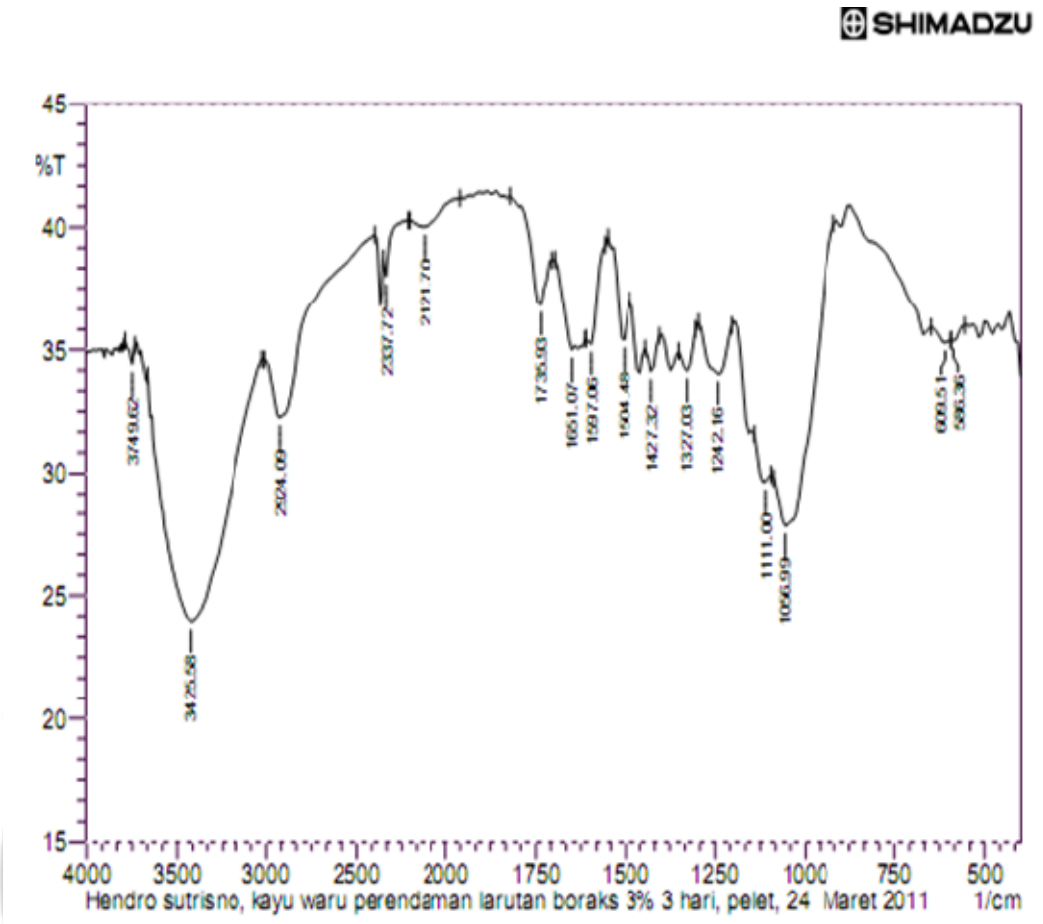
PERPUSTAKAAN UNNES




Gambar 4.3 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 2% Selama 3 Hari

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru setelah direndam larutan boraks pada gambar 4.3 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

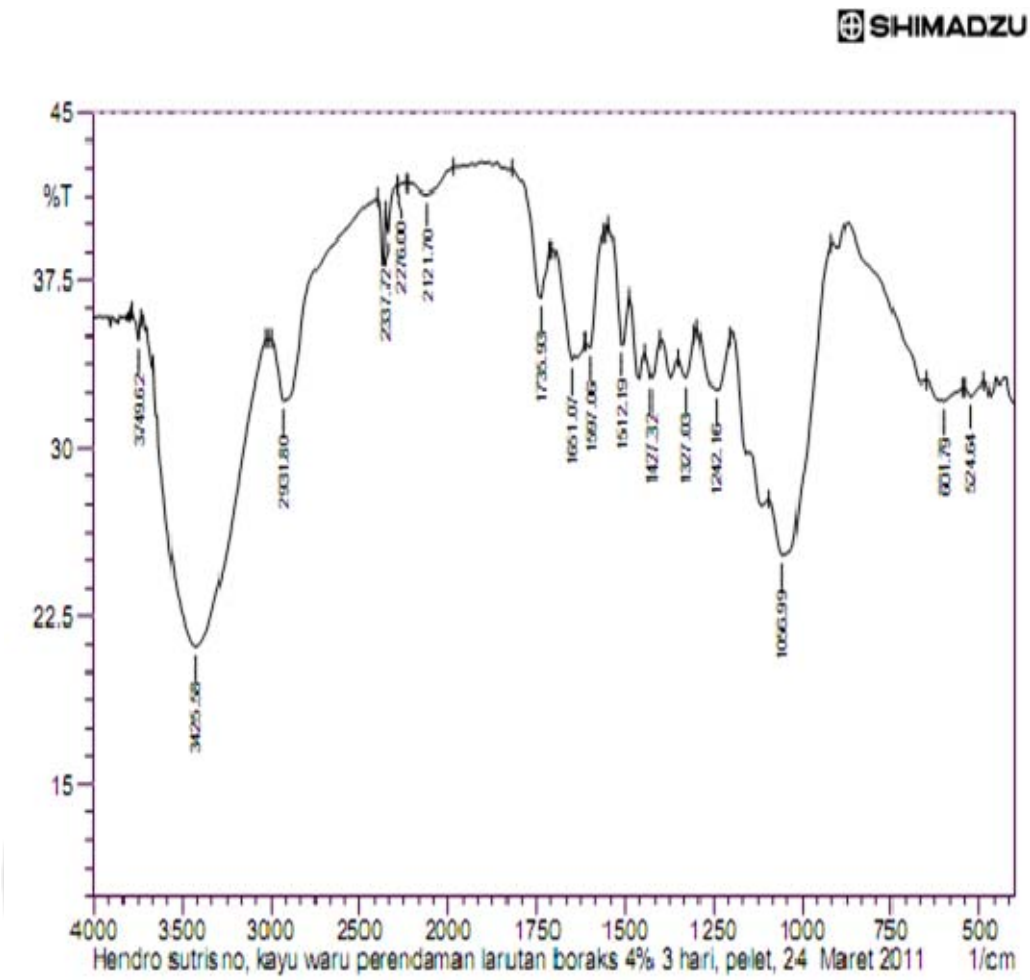
Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru setelah direndam dengan boraks disajikan pada gambar 4.4, dibawah ini :




Gambar 4.4 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 3% Selama 3 Hari

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru setelah direndam larutan boraks pada gambar 4.4 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

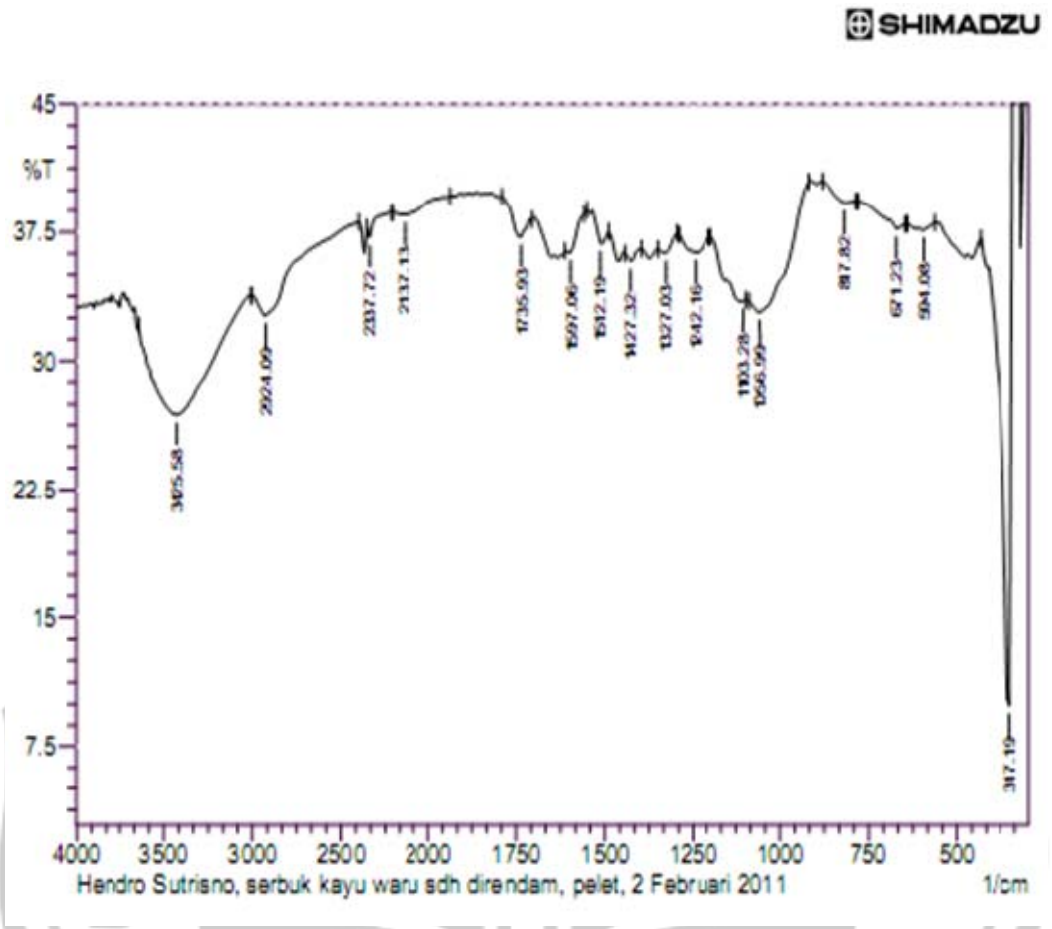
Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru setelah direndam dengan boraks disajikan pada gambar 4.5, dibawah ini :




Gambar 4.5 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 4% Selama 3Hari

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru setelah direndam larutan boraks pada gambar 4.5 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

Interpretasi terhadap spektrum IR dari selulosa kayu waru setelah direndam dengan boraks disajikan pada gambar 4.6, dibawah ini :




Gambar 4.6 Spektrum IR Kayu Waru Setelah Direndam Larutan Boraks Konsentrasi 5% Selama 3 Hari

Hasil interpretasi spektrum IR dari sampel kayu waru setelah direndam larutan boraks pada gambar 4.6 memperlihatkan adanya gugus O-H pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$, pada serapan 2924,09 $cm^{-1}$ memperlihatkan adanya alifatis, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus C-O, serta pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ menunjukkan gugus $CH_2$.

Berdasarkan uraian serapan spektrum FTIR pada gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 dan gambar 4.6, adanya perubahan gugus $CH_2$ pada serapan 1458,18 $cm^{-1}$

pada kayu waru tanpa direndam boraks (pada gambar 4.1) dan pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$ pada serapan kayu waru setelah direndam boraks selama 3 hari konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% (gambar 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 dan 4.6). Dari data spektrum serapan FTIR juga dapat disimpulkan bahwa antara boraks dan selulosa tidak terjadi reaksi. Boraks tidak dapat memecah ikatan-ikatan hidrogen, ikatan-ikatan karbonil maupun ikatan-ikatan alifatis yang terdapat dalam selulosa. Tampak jelas pada serapan 3425,58 $cm^{-1}$ (gugus O-H), 2924,09 $cm^{-1}$ (alifatis), pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ (gugus $CH_3$), pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ (gugus C-O) dimana tidak terjadi perubahan spektrum serapan baik pada kayu waru tanpa direndam larutan boraks maupun kayu waru setelah direndam larutan boraks.

## 4.2 Kestabilan Struktur Selulosa

Kestabilan struktur selulosa ditentukan dari kuat atau tidaknya suatu bahan pengawet untuk mendegradasi selulosa. Dalam penelitian ini digunakan kayu waru tanpa direndam dengan larutan boraks dan kayu waru setelah direndam larutan boraks sebagai bahan pengawet dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dengan waktu perendaman 3 hari. Kestabilan struktur selulosa kayu waru bisa dilihat dari hasil FTIR dari kayu waru tanpa perendaman larutan boraks dibandingkan dengan hasil FTIR kayu waru dengan perendaman larutan boraks.

- Hasil serapan spektrum FTIR pada kayu waru tanpa direndam larutan boraks muncul gugus O-H di serapan 3425,58 $cm^{-1}$, gugus alifatis muncul

pada 2924,09 $cm^{-1}$, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ muncul gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ muncul gugus C-O dan gugus $CH_2$ muncul pada serapan 1458,18 $cm^{-1}$

- Hasil serapan spektrum FTIR pada kayu waru setelah direndam selama 3 hari dengan larutan boraks konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% muncul gugus O-H di serapan 3425,58 $cm^{-1}$, gugus alifatis muncul pada 2924,09 $cm^{-1}$, pada serapan 1327,03 $cm^{-1}$ muncul gugus $CH_3$, pada serapan 1056,99 $cm^{-1}$ muncul gugus C-O dan gugus $CH_2$ muncul pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$

Dari hasil serapan spektrum FTIR pada kayu waru tanpa direndam larutan boraks dan setelah direndam selama 3 hari dengan larutan boraks konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% menunjukkan perbedaan pada gugus $CH_2$ saja, yaitu pada kayu waru tanpa perendaman gugus $CH_2$ muncul pada serapan 1458,18 $cm^{-1}$ dan pada kayu waru dengan perendaman larutan boraks gugus $CH_2$ muncul pada serapan 1427,32 $cm^{-1}$. Walaupun terdapat perbedaan serapan spektrum, tetapi serapan 1458,18 $cm^{-1}$ dan 1427,32 $cm^{-1}$ adalah termasuk dalam batas serapan gugus $CH_2$, jadi tidak terjadi perubahan gugus. Ini menandakan bahwa boraks tidak bisa mendegradasi selulosa sehingga tidak terjadi reaksi dan struktur selulosa dalam kayu waru stabil.

## 4.3 Uji Kubur Kayu Waru.

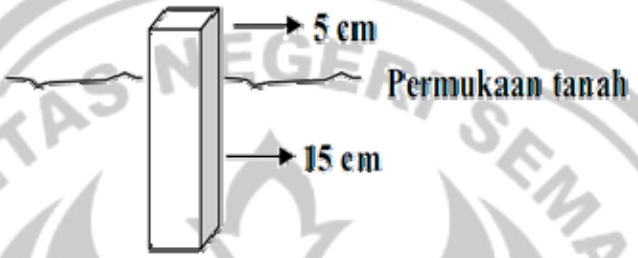
Uji kubur kayu dilakukan untuk mengetahui persen penurunan bobot kayu. Pada penelitian ini digunkan sampel berupa kayu waru dengan ukuran 3cm x

2cm x 20cm. Sampel direndam dalam larutan boraks dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dengan lama perendaman 1hari, 2hari, dan 3hari .Lalu beri tanda untuk membedakan sampel dengan lama perendaman 1hari, 2hari, dan 3hari serta konsentrasi larutan boraksnya. Dikeringkan dengan oven selama 24 jam pada suhu $102^0$C agar beratnya konstan kembali.

Sampel-sampel ditanam dalam tanah yang disekitarnya terdapat sarang rayap tanah, dimana jenis tanahnya adalah tanah liat. Suhu disekitar sarang rayap tanah adalah $20^0$C – $26^0$C dengan curah hujan dan kelembaban yang tinggi. Penelitian uji kubur kayu waru telah dilakukan selama 90 hari dimulai dari tanggal 15 November 2010 sampai tanggal 12 Februari 2011 di jalan Kangkung Karang RT 3/RW 6 Kecamatan Mranggen Kabupaten Demak 59567.

Dalam penelitian ini jenis rayap yang digunakan adalah rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Cirri-cirinya adalah kepala berwarna kuning, antenna, labrum dan pronotrum kuning pucat. Bentuk kepala bulat ukuran panjang sedikit lebih besar daripada lebarnya. Antenna terdiri dari 15 segmen. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya, batas antara sebelah dalam dari mandibel kanan sama sekali rata. Panjang kepala dengan mandibel 2,46 – 2,66 mm, panjang mandibel tanpa kepala 1,40 – 1,44 mm dengan lebar protonum 1,00 – 103 mm dan panjangnya 0,56 mm. Panjang badannya 5 – 5,6 mm. bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan (Gusti Endah Wulandari, 2009 halaman 17 – 18).

Sarang/ koloni rayap yang digunakan adalah dari rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren saja, tidak boleh ada jenis rayap lain. Lalu menanam kayu waru yang tanpa direndam dengan kayu yang sudah direndam larutan boraks disekitar sarang rayap tanah dengan cara menyisakan 5 cm bagian atas kayu dan member jarak 60 cm antara kayu yang satu dengan yang lain.




Gambar 4.7 Uji Kubur Kayu Waru (Apri Heri Iswanto, 2008 halaman 23)

Pada uji kubur kayu waru dilakukan pengecekkan dua minggu sekali untuk menjaga suhu dan kelembaban di sekitar sarang rayap tanah. Hal ini dilakukan agar rayap tanah bisa bertahan hidup dan mau memakan sampel kayu waru. Menyiram dengan air kalau di sekitar sarang rayap tanah terasa kering dan menutup dengan terpal apabila terkena sinar matahari secara langsung. Jauhkan semua kayu yang ada di sekitar sarang rayap tanah agar rayap tanah terfokus dan hanya memakan kayu umpan.

## 4.4 Persen Kehilangan Bobot Kayu Waru

Setelah dilakukan uji kubur selama 90 hari, maka kayu waru harus dibersihkan terlebih dahulu dari tanah-tanah yang menempel dan di oven selama

24 jam pada suhu $102^0$C agar kadar air dalam kayu waru berkurang dan beratnya konstan lalu ditimbang.

Persen kehilangan bobot dihitung dengan rumus:

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

Wo = berat awal kayu waru

Wt = berat kayu waru setealah uji kubur

### 4.4.1 Kayu Waru tanpa Perendaman Larutan boraks

Hasil perhitungan kehilangan bobot kayu waru setelah uji kubur disajikan pada tabel 4.1 berikut ini;

Tabel 4.1. Persen kehilangan bobot contoh uji kayu waru tanpa perendaman larutan boraks

| Berat Awal | Berat Setelah Uji Kubur | Persen kehilangan bobot (%) | Kelas Awet | Kategori |
|---|---|---|---|---|
| 38 gram | 16,05 gram | 57,763 | V | Sangat tidak awet |

Dari hasil persen kehilangan bobot yaitu sebesar 57, 763% maka kayu waru tanpa perendaman larutan boraks dapat dikategorikan kayu yang sangat tidak awet karena berada di kategori V dan masa pakainya kurang dari 2 tahun.

Persen kehilangan bobot kayu waru akan semakin menurun setelah direndam dengan larutan boraks. Hal ini dikarenakan kandungan boron dalam larutan boraks yang sudah meresap ke dalam kayu waru. Boron yang bernomor atom 5 mempunyai orbital kosong 2 dan kekurangan elektron. Bila rayap tanah memakan kayu waru yang sudah direndam larutan boraks, maka rayap tanah bisa saja mati karena protein yang terkandung dalam rayap tanah akan rusak. Protein

PERPUSTAKAAN UNNES

dalam rayap tanah tersebut akan mengisi orbital kosong atom B dan membentuk ikatan kovalen koordinasi.

### 4.4.2 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 1 Hari

Kayu waru direndam dalam larutan boraks dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% selama 1 hari. Setelah dilakukan uji kubur selama 90 hari maka diketahui persen kehilangan bobotnya yang disajikan pada tabel 4.2.

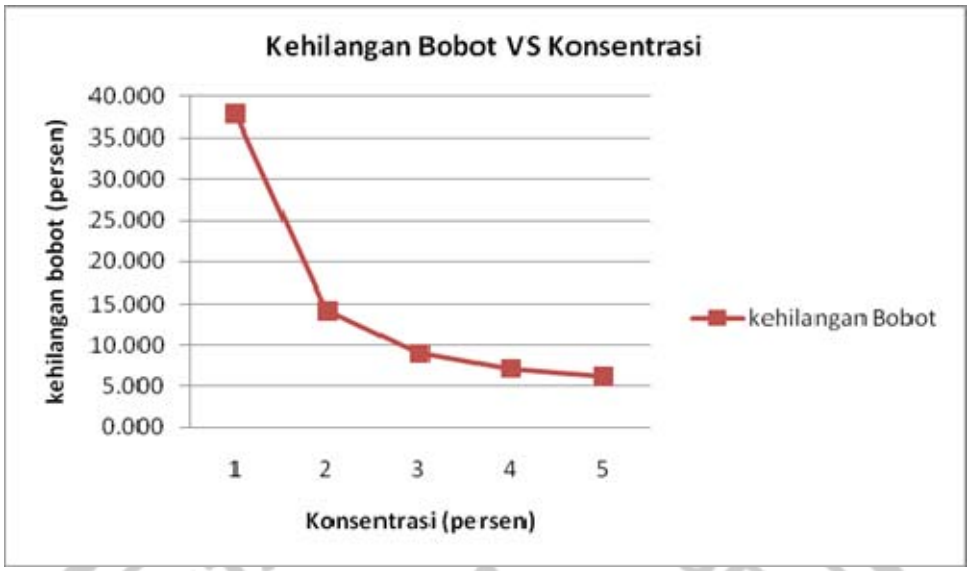
Tabel 4.2. Persen kehilangan bobot sampel uji kayu waru dengan perendaman larutan boraks selama 1 hari

| Konsentrasi Larutan Boraks | Berat Awal | Berat Setelah Uji Kubur | Persen kehilangan bobot (%) | Kelas Awet | Kategori |
|---|---|---|---|---|---|
| 1% | 40,2 gram | 15,2 gram | 37,811 | V | Sangat tidak awet |
| 2% | 45,44 gram | 39 gram | 14,172 | IV | Tidak awet |
| 3% | 49 gram | 44,6 gram | 8,979 | III | Kurang awet |
| 4% | 37,8 gram | 35,1 gram | 7,143 | III | Kurang awet |
| 5% | 39 gram | 36,6 gram | 6,154 | III | Kurang awet |

Pada kayu waru yang direndam dalam larutan boraks 1% didapatkan persen kehilangan bobot sebesar 37,811% dimana kelas awetnya V dan dikategorikan dalam kayu yang sangat tidak awet karena masa pakainya kurang dari 2 tahun. Terjadi penurunan pada konsentrasi larutan boraks 2% sebesar 14,172 %, termasuk kelas awet IV dan dikategorikan dalam kayu tidak awet serta masa pakainya antara 2 – 5 tahun. Pada konsentrasi 3%, 4%, dan 5% penurunan persen bobotnya berturut-turut sebesar 8,979 %, 7,143%, dan 6,154% dan termasuk kelas awet III kategori kayu kurang awet dan masa pakainya 5 – 10 tahun.

Dari tabel 4.2 dapat dibuat grafik hubungan pengaruh konsentrasi larutan boraks dan kehilangan bobot seperti pada gambar di bawah ini:

PERPUSTAKAAN UNNES




Gambar 4.8 Grafik Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 1 Hari.

Dari grafik pada gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa besarnya konsentrasi larutan boraks memberikan pengaruh terhadap persen kehilangan bobot pada kayu waru setelah direndam selama 1 hari. Ini bisa dilihat persen kehilangan bobot semakin menurun dengan semakin naiknya konsentrasi larutan boraks.

### 4.4.3 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 2 Hari

Kayu waru direndam dalam larutan boraks dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% selama 2 hari. Setelah dilakukan uji kubur selama 90 hari maka dapat diketahui persen kehilangan bobotnya yang disajikan pada tabel 4.3.

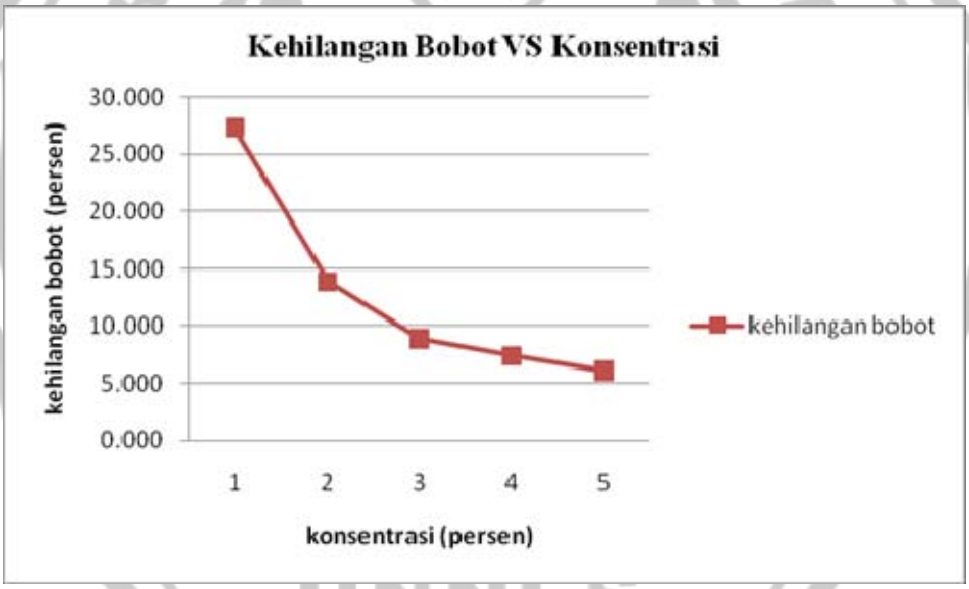
PERPUSTAKAAN UNNES

Tabel 4.3 Persen kehilangan bobot sampel uji kayu waru dengan perendaman larutan boraks selama 2 hari

| Konsentrasi Larutan Boraks | Berat Awal | Berat Setelah Uji Kubur | Persen kehilangan bobot (%) | Kelas Awet | Kategori |
|---|---|---|---|---|---|
| 1% | 43,2 gram | 31,4 gram | 27,315 | IV | Tidak awet |
| 2% | 41,4 gram | 35,65 gram | 13,889 | IV | Tidak awet |
| 3% | 46,2 gram | 42,1 gram | 8,874 | III | Kurang awet |
| 4% | 52,9 gram | 49 gram | 7,372 | III | Kurang awet |
| 5% | 38 gram | 35,7 gram | 6,053 | III | Kurang awet |

Pada kayu waru yang direndam dalam larutan boraks 1% didapatkan persen kehilangan bobot sebesar 27,315%, menurunan pada konsentrasi larutan boraks 2% sebesar 13,889 %, termasuk kelas awet IV dan dikategorikan dalam kayu tidak awet serta masa pakainya antara 2 – 5 tahun. Pada konsentrasi 3%, 4%, dan 5% penurunan persen bobotnya berturut-turut sebesar 8,874%, 7,372%, dan 6,053% dan termasuk kelas awet III kategori kayu kurang awet dan masa pakainya 5 – 10 tahun.

Dari tabel 4.3 dapat dibuat grafik hubungan pengaruh konsentrasi larutan boraks dan kehilangan bobot seperti pada gambar di bawah ini:




Gambar 4.9 Grafik Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 2 Hari

Dari grafik pada gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa besarnya konsentrasi larutan boraks memberikan pengaruh terhadap persen kehilangan bobot pada kayu waru setelah direndam selama 2 hari. Ini bisa dilihat persen kehilangan bobot semakin menurun dengan semakin naiknya konsentrasi larutan boraks.

### 4.4.4 Kayu Waru Dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari

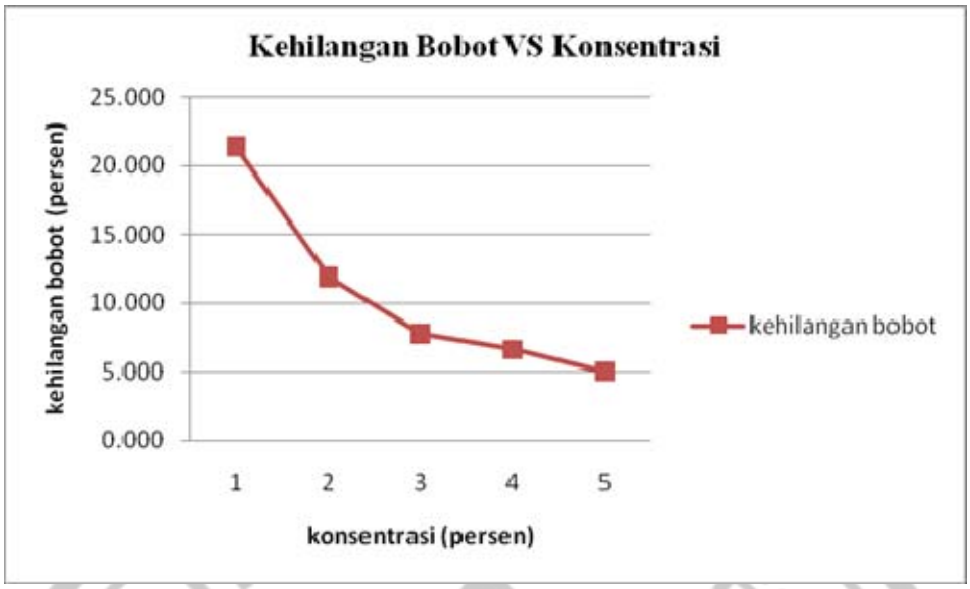
Kayu waru direndam dalam larutan boraks dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% selama satu hari. Setelah dilakukan uji kubur selama 90 hari maka dapat diketahui persen kehilangan bobotnya yang disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Persen kehilangan bobot sampel uji kayu waru dengan perendaman larutan boraks selama 3 hari

| Konsentrasi Larutan Boraks | Berat Awal | Berat Setelah Uji Kubur | Persen kehilangan bobot (%) | Kelas Awet | Kategori |
|---|---|---|---|---|---|
| 1% | 39,9 gram | 31,35 gram | 21,428 | IV | Tidak awet |
| 2% | 42,9 gram | 37,8 gram | 11,88 | IV | Tidak awet |
| 3% | 45,7 gram | 42,15 gram | 7,768 | III | Kurang awet |
| 4% | 43,8 gram | 41 gram | 6,621 | III | Kurang awet |
| 5% | 44 gram | 41,8 gram | 5 | II | Awet |

Pada kayu waru yang direndam dalam larutan boraks 1% didapatkan persen kehilangan bobot sebesar 21,428%, menurun pada konsentrasi larutan boraks 2% sebesar 11,88 %, termasuk kelas awet IV dan dikategorikan dalam kayu tidak awet serta masa pakainya antara 2 – 5 tahun. Pada konsentrasi 3% dan 4% penurunan persen kehilangan bobotnya berturut-turut sebesar 7,768% dan 6,621%, termasuk kelas awet III kategori kayu kurang awet dan masa pakainya 5 – 10 tahun. Semakin menurun pada konsentrasi larutan boraks 5% yaitu sebesar 5%, termasuk kelas awet II kategori kayu awet.

Dari 4.4 tabel dapat dibuat grafik hubungan pengaruh konsentrasi larutan boraks dan kehilangan bobot seperti pada gambar di bawah ini:

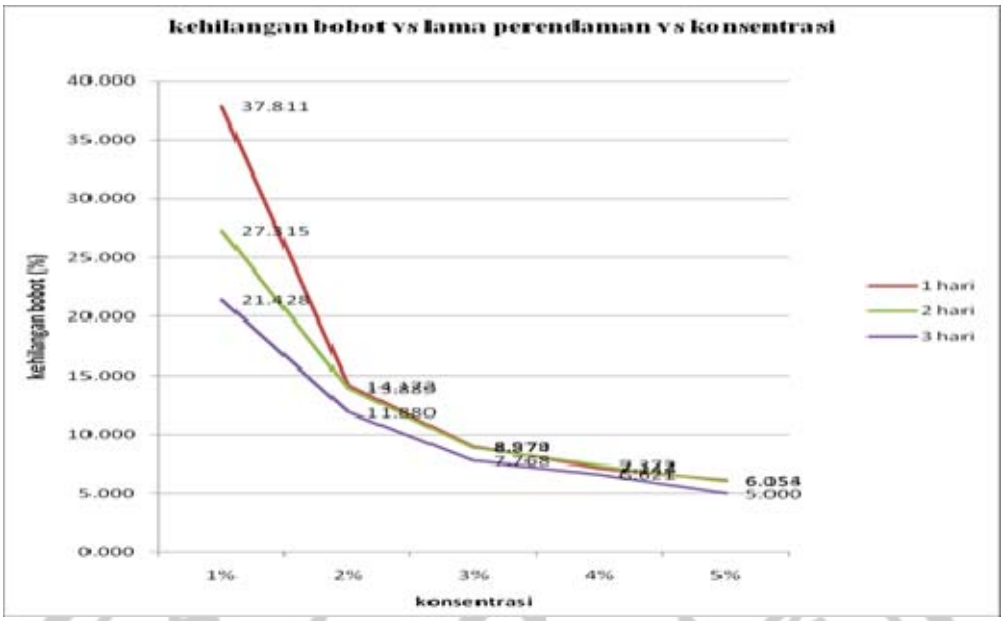



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Persen Kehilangan Bobot Dengan Lama Perendaman 3 Hari

Dari grafik pada gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa besarnya konsentrasi larutan boraks memberikan pengaruh terhadap persen kehilangan bobot pada kayu waru setelah direndam selama 2 hari. Ini bisa dilihat persen kehilangan bobot semakin menurun dengan semakin naiknya konsentrasi larutan boraks.

PERPUSTAKAAN
UNNES

Dari tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 maka dapat dibuat grafik hubungan antara pengaruh konsentrasi larutan boraks dan lama perendaman terhadap persen kehilangan bobot kayu waru




Gamba 4.11 Grafik Hubungan Antara Pengaruh Konsentrasi Larutan Boraks Dan Lama Perendaman Terhadap Persen Kehilangan Bobot Kayu Waru

Dari grafik pada gambar 4.11 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu perendaman maka persen kehilangan bobot semakin menurun. Hal ini disebabkan penetrasi larutan boraks semakin dalam. Larutan boraks akan masuk ke dalam rongga-rongga kayu waru hingga mencapai batas maksimal difusi kayu. Pelapisan selulosa kayu waru oleh larutan boraks akan semakin dalam. Menurunnya persen kehilangan bobot ini akan menyebabkan naiknya kelas awet sehingga akan semakin lama umur pakai kayunya.

PERPUSTAKAAN UNNES

# BAB V

# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa :

1. Struktur kimia kayu waru setelah perendaman larutan boraks tidak berubah.
2. Struktur selulosa pada kayu waru stabil.
3. Semakin tinggi konsentrasi larutan boraks dan semakin lama waktu perendaman maka akan semakin menurun persen kehilangan bobot pada kayu waru.

## 5.2 Saran

Pada penelitian ini hasil terbaik yaitu pada lama perendaman 3hari dengan konsentrasi larutan boraks 5%. Dimana dapat menurunkan persen kehilangan bobot kayu waru tanpa perendaman sebesar 57,763% (kelas awet V) menjadi 5% (kelas awet II). Maka dari itu perlu dilakukan variasi konsentrasi larutan boraks lebih banyak dan variasi lama perendaman agar didapat hasil maksimal yaitu penurunan persen bobot kurang dari 1% (kelas awet I).

# DAFTAR PUSTAKA


Abdurrahman dan Nurwati Hadjib. 2006. *Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat untuk Komponen Bangunan.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Aini, S. 2005. *Perlindungan Investasi Konstruksi terhadap Serangan Organisme Perusak.* Badan penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.

Anwar, Chairil. 1999. *FTIR: Prinsip dan Aplikasinya dalam Industri.* Lab Kimia Organik FMIPA UGM, Yogyakarta.

Atabimo, Wicaksono. 1982. *Pengawetan Lima Jenis Kayu Irian Jaya dengan Persenyawaan bor Secara Difusi Pencelupan.* Universitas Negeri Cenderawasih.

Batubara, Ridwan. 2006. *Teknologi Pengawetan Kayu Perumahan dan Gedung dalam Upaya Pelestarian Hutan.* Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Dumanauw, J.F. 2001. *Mengenal Kayu.* Kanisius, Yogyakarta.

Endah Gusti Wulandari. *Bentar Uji Toksisitas Kitosan Untuk Mengendalikan Rayap Coptotermes curvignathus Holmgren (Isoptera: Rhinotermidae) di Laborarotium.* Universitas Sumatera Utara, Medan

Fardheny, AF. *Struktur Kayu berdasarkan standar tata Cara Perencanaan konstruksi kayu untuk bangunan gedung (Sni Kayu) Tahun 2002.* Fakultas teknik jurusan teknik sipil Universitas lambung mangkurat, Kalimantanselatan.

Hapsari, Novalia Indri. 2008. *Prarancangan Pabrik Asam Borat dari Boraks dan Asam Sulfat dengan Proses Asidifikasi Kpasitas 21.500 ton per tahun.* UMS, Surakarta.

Herbert Sixta. 2006. *Handbook of Pulp*. WILEY-VCH Verlag Gmbh & Co KgaA, Weinheim. ISBN : 3-527-0999-3

Iensufiie, Tikno. 2008. *Mengenal Teknik Pengawetan Kayu.* Erlangga.

Iswanto, Apri Heri. 2008. *Sifat Dasar Kayu Sentang (Melia excelsa Jack) dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Baku Oriented Strand Board.* Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.

Jasni, et al. 2004. *Aplikasi panas sebagai Alternatif untuk Mengawetkan Kayu.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor.

Kurnia W Prasetiyo dan Sulaeman Yusuf. 2004. *Mencegah dan Membasmi Rayap secara Ramah Lingkungan dan Kimiawi.* PT AgroMedia Pusataka, Depok

Nandika, Dodi dkk. 2005. *Rayap, biologi dan pengendaliannya.* Universitas Muhammadiyah Surkarta.

Nuryatin, Nani, et al. 2003. *Ketahanan Lima Jenis Kayu Berdasarkan Posisi Kayu di Pohon terhadap Serangan Rayap.* Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia.

Priadi, Trisna. 2005. *Pelapuakan Kayu oleh Jamur dan Strategi Pengendaliannya.* S3 IPB.

Rachmat, Rendy Kuriawan. 2007. *Pengaruh Pengawetan terhadap Sifat Mekanis Tiga Jenis Kayu.* IPB

Sjostrom, Eero. 1993. *Kimia Kayu, Dasar-dasar dan Penggunaan Edisi Kedua.* UGM Press, Yogyakarta.

Surbekti, Niken. 2004. *Identifikasi dan Serangan Jenis Rayap Tanah di Kota Semarang.* UNNES

Sugiyanto, Kristian H. 2006. *Kimia Anorganik I.* Jurusan Kimia FMIPA UGM.

Suprijanto, I, et al. 2009. *Standardisasi Bambu Laminasi sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi.* PPI Standardisasi, Jakarta.

**LAMPIRAN 1. Jalannya Penelitian**

**1. Membuat variasi konsentrasi larutan boraks**

**a. Larutan boraks konsentrasi 1%**

Menimbang bubuk boraks sebanyak 0,01 kg

- dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- Dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter

Larutan boraks 1%

**b. Larutan boraks konsentrasi 2%**

Menimbang bubuk boraks sebanyak 0,02 kg

- dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- Dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter

Larutan boraks 2%

**c. Larutan boraks konsentrasi 3%**

Menimbang bubuk boraks sebanyak 0,03 kg

- dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- Dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter

Larutan boraks 3%

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN

**d. Larutan boraks konsentrasi 4%**

Menimbang bubuk boraks sebanyak 0,04 kg

- dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- Dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter

Larutan boraks 4%

**e. Larutan boraks konsentrasi 5%**

Menimbang bubuk boraks sebanyak 0,05 kg

- dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- Dilarutkan dengan akuades sampai volume 1 liter

Larutan boraks 5%

**2. Pembuatan contoh uji dari kayu**

Kayu waru kering dipotong-potong dengan ukuran 3 cm x 2cm x 20cm

- Dioven dengan suhu $102^0$C selama 24 jam

Contoh uji kayu waru

**3. Pengawetan dengan metode perendaman**

Menimbang berat awal contoh uji

- Menyusun contoh uji dari kayu waru kedalam bak perendaman, semua kayu harus masuk kedalam bak perendaman dan diberi pemberat batu di atasnya

Larutan boraks dituangkan kedalam bak perendaman yang sampai seluruh permukaan kayu terendam semua

Mulai menghitung waktu perendaman menggunakan stopwatch

- Variasi waktu perendaman adalah selama satu hari, dua hari dan tiga hari.

Contoh uji dikeringkan dengan oven dengan suhu $102^0$C selama 24 jam lalu ditimbang beratnya.

PERPUSTAKAAN UNNES

**4. Analisis gugus fungsi dengan IR**

Sampel kayu waru dikeringkan sampai beratnya konstan lalu digerus hingga halus dengan alat mortar.

- Campurkan serbuk sampel kayu waru dengan serbuk KBr
- Campuran yang sudah homogen dimasukkan diantara dua pil baja tahan karat yang permukaannya lebih licin
- Hubungkan dengan pompa vakum menggunakan selang karet dan pemvakuman dimulai dengan pompa hidrolik selama 10-15 menit.
- Matikan pompa vakum, lepaskan selang karet penghubung

Gunakan alat lain untuk mengeluarkan pil KBr

- Tekan keluar pellet KBr dalm silinder secara pelan-pelan melalui tongkat tekan dengan pompa hidrolik.
- Jepit pellet dengan *pellet holder* kemudian masukkan ke ruangan sampel

Mulai menggunakan spektrofotometer IR

PERPUSTAKAAN UNNES

**5. Uji kubur kayu**

Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu $102^0$C selama 24 jam

↓

menata contoh uji kayu waru dan memberi label yang dibuat

↓

Menanam contoh uji di dalam tanah yang ada koloni rayapnya

↓

Setelah dilakukan uji kubur selama 90 hari, contoh uji diambil dan di oven kembali pada suhu $102^0$C selama 25 jam. Lalu timbang beratnya sehingga diperoleh berat setelah pengujian.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

**LAMPIRAN 2. Perhitungan Persen Kehilangan Bobot**

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

Dimana: Wo = berat contoh uji kering sebelum uji kubur (gram)

Wt = berat contoh uji kering setelah uji kubur (gram)

1. **Tanpa perendaman larutan boraks**

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

#

$$= \frac{38 - 16{,}05}{38} \times 100\%$$

$$= \frac{21{,}95}{38} \times 100\%$$

= 57,763%

2. **Dengan perendaman larutan boraks selama 1 hari**

a. Konsentrasi 1%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{40{,}2 - 25{,}00}{40{,}2} \times 100\%$$

$$= \frac{15{,}2}{40{,}2} \times 100\%$$

= 37,811%

b. Konsentrasi 2%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{45{,}44 - 39}{45{,}44} \times 100\%$$

$$= \frac{6{,}49}{40{,}2} \times 100\%$$ = 14,172%

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

c. Konsentrasi 3%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{49 - 44{,}6}{49} \times 100\%$$

$$= \frac{4{,}4}{49} \times 100\%$$

= 8,979%

d. Konsentrasi 4%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{37{,}8 - 35{,}1}{37{,}8} \times 100\%$$

$$= \frac{2{,}7}{37{,}8} \times 100\%$$

= 7,143%

e. Konsentrasi 5%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{39 - 36{,}6}{39} \times 100\%$$

$$= \frac{2{,}4}{39} \times 100\%$$

= 6,154%

**3. Dengan perendaman larutan boraks selama 2 hari**

a. Konsentrasi 1%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{43{,}2 - 31{,}4}{43{,}2} \times 100\%$$

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

$$= \frac{11,8}{43,2} \times 100\%$$

= 27,315%

b. Konsentrasi 2%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{41,4 - 35,65}{41,4} \times 100\%$$

$$= \frac{5,75}{41,4} \times 100\%$$

= 13,889%

c. Konsentrasi 3%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{46,2 - 42,1}{46,2} \times 100\%$$

$$= \frac{4,1}{46,2} \times 100\%$$

= 8,874

d. Konsentrasi 4%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{52,9 - 49}{52,9} \times 100\%$$

$$= \frac{3,9}{52,9} \times 100\%$$

= 7,372%

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

e. Konsentrasi 5%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{38 - 35{,}7}{38} \times 100\%$$

$$= \frac{2{,}3}{38} \times 100\%$$

= 6,053%

**4. Dengan perendaman larutan boraks selama 3 hari**

a. Konsentrasi 1%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{39{,}9 - 31{,}35}{39{,}9} \times 100\%$$

$$= \frac{8{,}55}{39{,}9} \times 100\%$$

= 21,428%

b. Konsentrasi 2%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{42{,}9 - 37{,}8}{42{,}9} \times 100\%$$

$$= \frac{5{,}1}{42{,}9} \times 100\%$$

= 11,88%

c. Konsentrasi 3%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo-Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{45{,}7 - 42{,}15}{45{,}7} \times 100\%$$

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

$$= \frac{3,55}{45,7} \times 100\%$$

= 7,768%

d. Konsentrasi 4%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{43,8 - 41}{43,8} \times 100\%$$

$$= \frac{2,8}{43,8} \times 100\%$$

= 6,621%

e. Konsentrasi 5%

% kehilangan bobot = $\frac{Wo - Wt}{Wo}$ X 100%

$$= \frac{44 - 41,8}{44} \times 100\%$$

$$= \frac{2,2}{44} \times 100\%$$

= 5%

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

**LAMPIRAN 3. Foto-foto Pelaksanaan Penelitian**

Menimbang serbuk boraks

Memberi tanda

Membuat variasi konsentrasi larutan boraks

menimbang berat kayu waru

Member tanda pada kayu waru

meng-oven kayu waru

PERPUSTA
UNN

Uji kubur kayu waru

kayu waru tanpa perendaman setelah uji kubur

**Perendaman 1 hari**

1%

2%

3%

4%

5%

PERPUSTAKAAN UNNES

**Perendaman 2 hari**

1%

2%

3%

4%

5%

**Perendaman 3 hari**

1%

2%

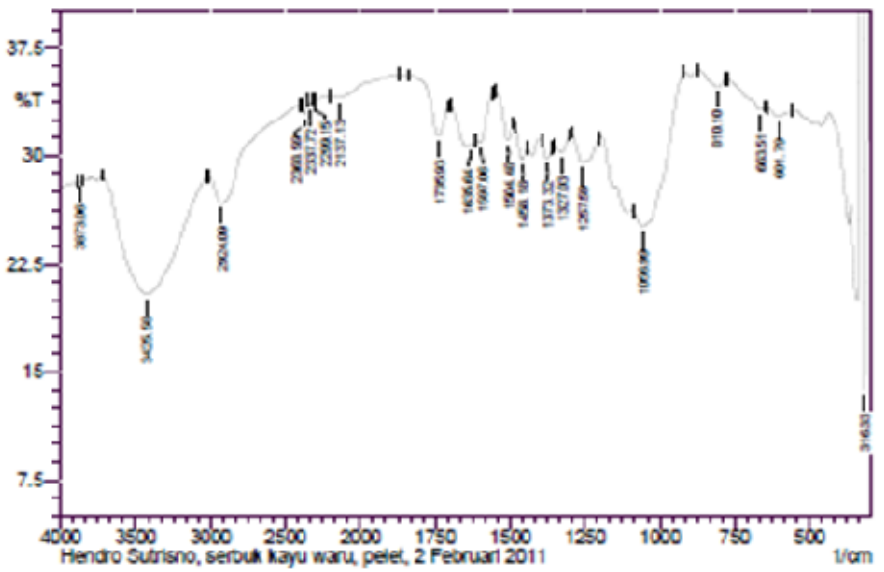
3%

4%

5%

**LAMPIRAN 4.**

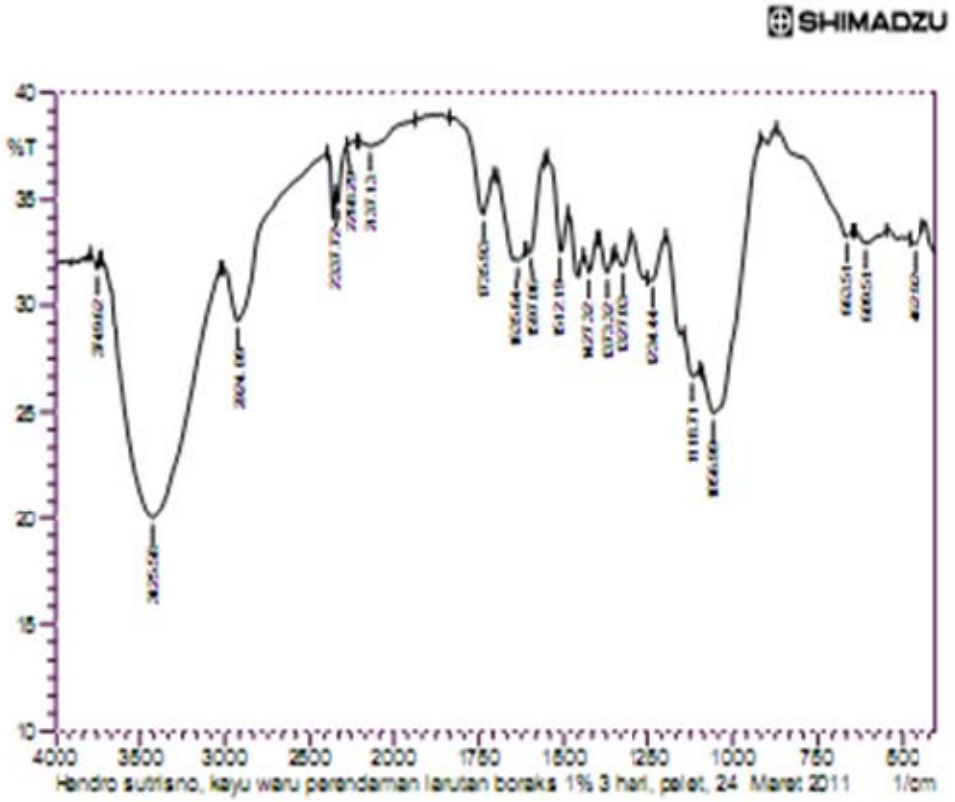
**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru tanpa Perendaman Larutan Boraks**




| | Peak | Intensity | Corr. Intensity | Base (H) | Base (L) | Area | Corr. Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 316.33 | 13.73 | 85.34 | 324.04 | 293.18 | 9.84 | 13.83 |
| 2 | 601.70 | 32.76 | 0.6 | 640.37 | 568.5 | 40.91 | 0.32 |
| 3 | 663.51 | 33.18 | 0.47 | 771.53 | 648.08 | 57.71 | 0.33 |
| 4 | 810.1 | 34.78 | 0.74 | 871.82 | 779.24 | 41.96 | 0.43 |
| 5 | 1056.99 | 25.05 | 2.82 | 1087.85 | 918.12 | 91.87 | 5.09 |
| 6 | 1267.60 | 29.6 | 1.08 | 1296.14 | 1203.58 | 48.07 | 1.54 |
| 7 | 1327.03 | 30.21 | 0.68 | 1350.17 | 1303.86 | 23.78 | 0.32 |
| 8 | 1373.32 | 29.81 | 0.97 | 1386.46 | 1357.89 | 20.07 | 0.33 |
| 9 | 1458.18 | 29.77 | 1.33 | 1481.33 | 1442.75 | 26.02 | 0.45 |
| 10 | 1604.48 | 31.11 | 1.72 | 1660.77 | 1480.06 | 30.11 | 0.60 |
| 11 | 1597.06 | 30.88 | 1.15 | 1612.49 | 1550.40 | 26.36 | 0.35 |
| 12 | 1638.64 | 30.68 | 1.08 | 1697.36 | 1612.49 | 42.73 | 0.94 |
| 13 | 1736.93 | 31.36 | 2.6 | 1836.23 | 1705.07 | 61.91 | 1.34 |
| 14 | 2137.13 | 34.06 | 0.36 | 2198.85 | 1867.09 | 152.41 | 0.75 |
| 15 | 2299.15 | 33.95 | 0.02 | 2306.86 | 2205.57 | 46.92 | 0.01 |
| 16 | 2337.72 | 33.48 | 0.38 | 2353.16 | 2314.58 | 18.21 | 0.08 |
| 17 | 2368.59 | 32.89 | 0.81 | 2391.73 | 2353.16 | 18.42 | 0.2 |
| 18 | 2924.09 | 26.71 | 2.62 | 3016.67 | 2899.45 | 317.89 | 5.34 |
| 19 | 3425.59 | 20.39 | 6.25 | 3726.47 | 3024.38 | 437.58 | 56.18 |
| 20 | 3873.06 | 28.2 | 0.07 | 3888.49 | 3849.92 | 21.18 | 0.03 |

**LAMPIRAN V.**

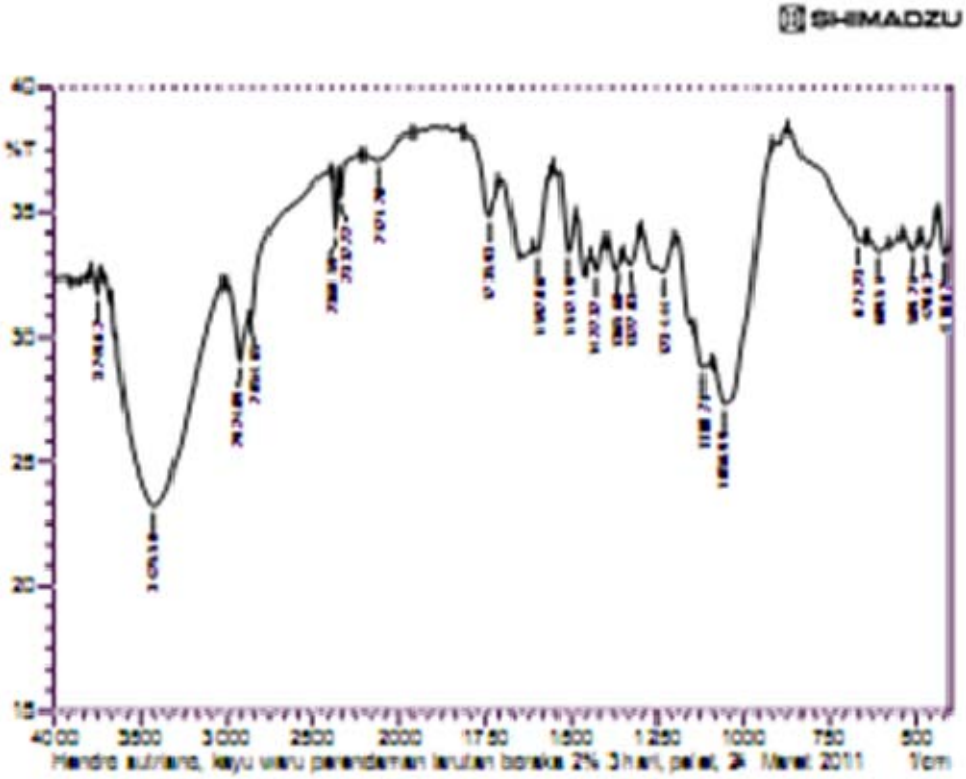
**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 1%**




| | Peak | Intensity | Corr Intensity | Base (R) | Base (L) | Area | Corr Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 462.92 | 32.84 | 0.517 | 478.35 | 439.77 | 18.506 | 0.177 |
| 2 | 509.51 | 32.898 | 0.608 | 540.37 | 547.78 | 44.382 | 0.429 |
| 3 | 563.51 | 33.206 | 0.609 | 671.62 | 648.06 | 99.642 | 0.284 |
| 4 | 1056.99 | 34.932 | 3.911 | 1087.85 | 918.12 | 90.038 | 6.389 |
| 5 | 1118.71 | 26.666 | 1.178 | 1141.86 | 1095.57 | 26.31 | 0.499 |
| 6 | 1234.44 | 31.149 | 0.671 | 1249.87 | 1195.87 | 26.678 | 0.231 |
| 7 | 1327.03 | 31.781 | 1.077 | 1350.17 | 1303.88 | 22.722 | 0.36 |
| 8 | 1373.32 | 31.493 | 1.126 | 1396.46 | 1357.89 | 19.104 | 0.334 |
| 9 | 1427.32 | 31.492 | 1.167 | 1442.75 | 1404.18 | 18.981 | 0.31 |
| 10 | 1512.19 | 32.526 | 2.639 | 1550.77 | 1489.05 | 28.558 | 0.837 |
| 11 | 1597.06 | 32.495 | 1.311 | 1612.49 | 1558.48 | 24.932 | 0.342 |
| 12 | 1635.64 | 32.052 | 1.519 | 1697.36 | 1612.49 | 40.759 | 1.182 |
| 13 | 1735.93 | 34.304 | 2.516 | 1836.23 | 1705.07 | 56.838 | 1.085 |
| 14 | 2137.13 | 37.522 | 0.478 | 2206.57 | 1936.53 | 113.599 | 0.924 |
| 15 | 2268.29 | 37.584 | 0.019 | 2276 | 2214.28 | 26.161 | 0.001 |
| 16 | 2337.72 | 34.858 | 0.985 | 2353.16 | 2283.72 | 30.475 | 0.211 |
| 17 | 2924.09 | 29.266 | 3.269 | 3016.67 | 2399.45 | 289.928 | 5.485 |
| 18 | 3425.58 | 19.989 | 12.01 | 3726.47 | 3024.38 | 423.422 | 75.599 |
| 19 | 3749.62 | 31.647 | 0.573 | 3788.19 | 3734.19 | 26.714 | 0.177 |

**LAMPIRAN VI.**

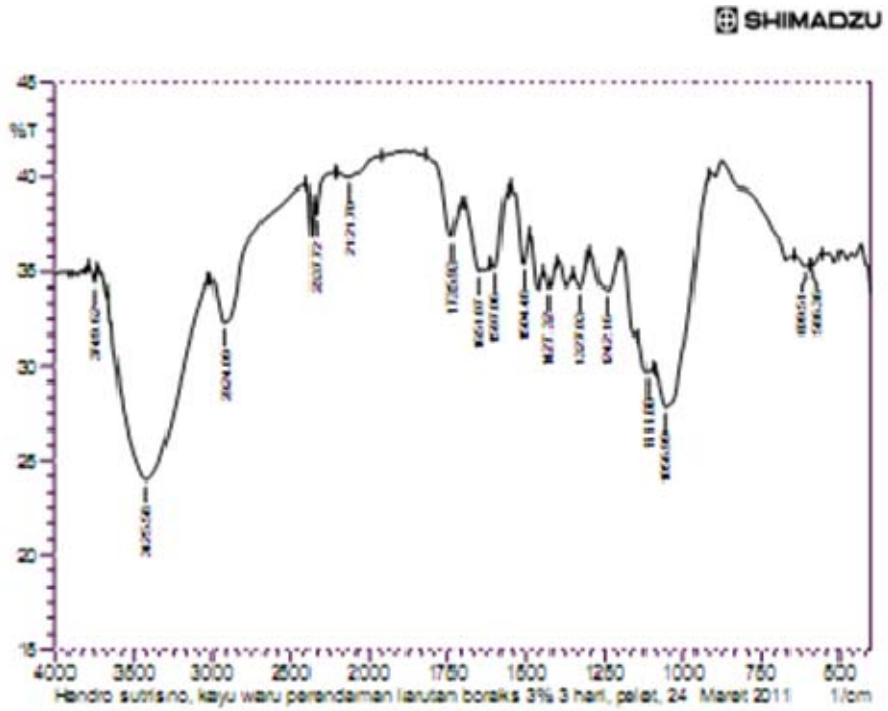
**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 2%**




| | Peak | Intensity | Corr. Intensity | Base (H) | Base (L) | Area | Corr. Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 2 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 3 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 5 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 6 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 7 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 8 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 9 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 10 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 11 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 12 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 13 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 14 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 15 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 16 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 17 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 18 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 19 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 20 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 21 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 22 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

**LAMPIRAN VII.**

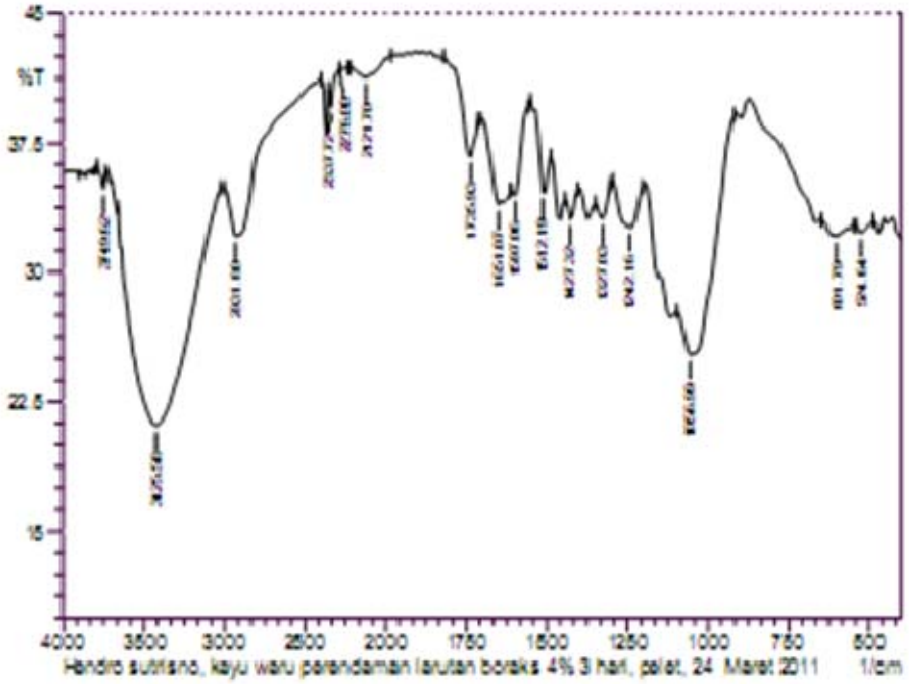
**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 3%**




| | Peak | Intensity | Corr.Intensity | Base (R) | Base (L) | Area | Corr.Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300.9 | 19.585 | 29.63 | 308.61 | 293.18 | 10.063 | 2.638 |
| 2 | 347.19 | 13.195 | 61.884 | 432.05 | 339.47 | 49.177 | 25.376 |
| 3 | 586.36 | 35.365 | 0.144 | 594.08 | 555.5 | 17.262 | 0.036 |
| 4 | 509.51 | 35.273 | 0.273 | 648.08 | 594.08 | 24.299 | 0.089 |
| 5 | 1056.99 | 27.851 | 3.854 | 1087.85 | 918.13 | 85.807 | 8.078 |
| 6 | 1111 | 29.656 | 0.851 | 1141.86 | 1095.57 | 24.216 | 0.431 |
| 7 | 1242.16 | 34.027 | 2.022 | 1296.16 | 1203.58 | 42.478 | 1.46 |
| 8 | 1327.03 | 34.146 | 1.248 | 1350.17 | 1303.88 | 21.262 | 0.423 |
| 9 | 1427.32 | 34.116 | 1.134 | 1442.75 | 1404.18 | 17.704 | 0.284 |
| 10 | 1504.46 | 35.409 | 2.268 | 1550.77 | 1489.05 | 26.525 | 0.705 |
| 11 | 1597.06 | 35.235 | 1.315 | 1612.49 | 1558.48 | 23.217 | 0.328 |
| 12 | 1651.07 | 34.99 | 1.938 | 1697.36 | 1612.49 | 37.738 | 0.954 |
| 13 | 1735.93 | 36.854 | 2.512 | 1820.8 | 1705.07 | 47.233 | 1.066 |
| 14 | 2121.7 | 40.015 | 0.579 | 2206.57 | 1959.68 | 97.136 | 0.873 |
| 15 | 2337.72 | 37.998 | 0.918 | 2353.16 | 2214.28 | 55.648 | 0.157 |
| 16 | 2924.09 | 32.279 | 3.024 | 3008.95 | 2399.45 | 266.316 | 4.927 |
| 17 | 3425.58 | 23.985 | 10.23 | 3664.75 | 3024.38 | 383.586 | 55.839 |
| 18 | 3749.62 | 34.406 | 0.828 | 3788.19 | 3734.19 | 24.693 | 0.243 |

**LAMPIRAN VIII.**

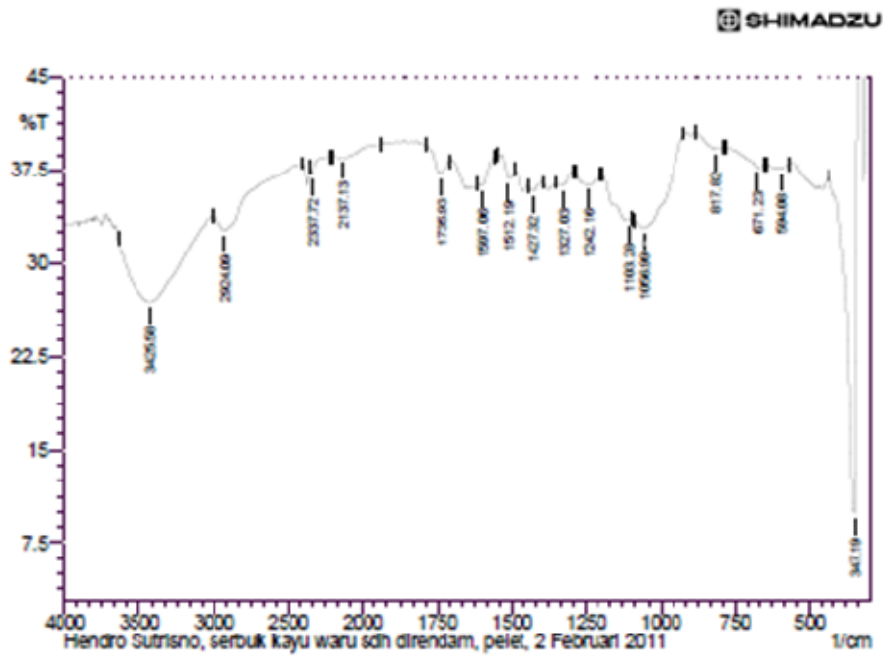
**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 4%**




| | Peak | Intensity | Corr.Intensity | Base (R) | Base (L) | Area | Corr.Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 354.9 | 9.312 | 31.579 | 370.33 | 331.76 | 28.408 | 14.707 |
| 2 | 524.64 | 32.31 | 0.486 | 540.07 | 486.06 | 26.273 | 0.184 |
| 3 | 601.79 | 32.113 | 0.777 | 648.08 | 547.78 | 49.041 | 0.569 |
| 4 | 1056.99 | 35.21 | 5.013 | 1095.57 | 918.12 | 93.192 | 8.25 |
| 5 | 1242.16 | 32.623 | 2.507 | 1296.16 | 1203.58 | 43.964 | 1.917 |
| 6 | 1327.03 | 33.114 | 1.446 | 1350.17 | 1303.88 | 21.611 | 0.499 |
| 7 | 1427.32 | 33.072 | 1.431 | 1442.75 | 1404.18 | 15.139 | 0.365 |
| 8 | 1512.19 | 34.659 | 3.302 | 1550.77 | 1469.05 | 26.759 | 0.935 |
| 9 | 1597.06 | 34.498 | 1.654 | 1612.49 | 1555.48 | 23.359 | 0.407 |
| 10 | 1651.07 | 33.925 | 2.547 | 1705.07 | 1612.49 | 41.681 | 1.295 |
| 11 | 1735.93 | 36.726 | 2.922 | 1820.8 | 1712.79 | 43.435 | 1.163 |
| 12 | 2121.7 | 41.334 | 0.815 | 2222 | 1982.82 | 90.757 | 1.184 |
| 13 | 2276 | 41.731 | 0.031 | 2283.72 | 2229.71 | 20.46 | 0.005 |
| 14 | 2337.72 | 39.58 | 1.322 | 2353.16 | 2283.72 | 26.697 | 0.243 |
| 15 | 2931.8 | 32.125 | 3.51 | 3001.24 | 2399.45 | 256.681 | 5.637 |
| 16 | 3425.58 | 21.121 | 13.065 | 3664.75 | 3024.38 | 373.59 | 76.292 |
| 17 | 3749.62 | 34.634 | 1.078 | 3788.19 | 3734.19 | 24.3 | 0.313 |

**LAMPIRAN IX.**

**Spektrum IR Selulosa Kayu Waru dengan Perendaman Larutan Boraks Selama 3 Hari Konsentrasi 5%**




| | Peak | Intensity | Corr. Intensity | Base (H) | Base (L) | Area | Corr. Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 347.19 | 9.88 | 111.74 | 432.06 | 331.76 | 53.69 | 41.16 |
| 2 | 594.08 | 37.61 | 0.42 | 640.37 | 563.21 | 32.61 | 0.22 |
| 3 | 671.23 | 37.69 | 0.52 | 779.24 | 648.08 | 54.42 | 0.23 |
| 4 | 617.62 | 39.23 | 0.49 | 679.54 | 766.96 | 37.26 | 0.29 |
| 5 | 1056.99 | 32.83 | 1.94 | 1087.85 | 918.12 | 76.53 | 3.22 |
| 6 | 1103.28 | 33.51 | 0.34 | 1195.87 | 1096.57 | 46.25 | 0.78 |
| 7 | 1242.16 | 36.31 | 0.94 | 1288.45 | 1203.58 | 37.01 | 0.62 |
| 8 | 1327.03 | 36.28 | 0.62 | 1350.17 | 1296.16 | 23.5 | 0.2 |
| 9 | 1427.32 | 35.79 | 0.55 | 1442.75 | 1396.46 | 20.44 | 0.13 |
| 10 | 1512.19 | 36.83 | 1.2 | 1550.77 | 1489.05 | 26.16 | 0.32 |
| 11 | 1597.06 | 36.3 | 0.72 | 1612.49 | 1558.48 | 23.09 | 0.18 |
| 12 | 1736.93 | 37.2 | 1.55 | 1789.94 | 1706.07 | 35.53 | 0.7 |
| 13 | 2137.13 | 38.51 | 0.39 | 2206.57 | 1936.53 | 110.65 | 0.71 |
| 14 | 2337.72 | 37.17 | 0.7 | 2383.16 | 2214.28 | 57.92 | 0.13 |
| 15 | 2924.09 | 32.64 | 1.72 | 3001.24 | 2399.45 | 268.96 | 2.67 |
| 16 | 3425.58 | 26.86 | 4.8 | 3641.6 | 3008.95 | 334.38 | 29.2 |