

PENGAWETAN & PENGERINGAN KAYU

Pengenalan & Agen Perosak Kayu

ABDUL RAZLI ABDUL RAHIM
ZULLHYZRIFEE ISHRAF ZULKIFLY
MD SHAHRIL RABU

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

PENGAWETAN & PENGERINGAN KAYU

Pengenalan & Agen Perusak Kayu

A SERIES OF WOOD TECHNOLOGY E-BOOK
by Wood Technologies

HAK CIPTA TERPELIHARA

Tiada bahagian daripada terbitan buku ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan ke dalam sebarang bentuk atau dengan sebarang alat, samada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah terlebih dahulu.

PENGAWETAN & PENGERINGAN KAYU- Pengenalan & Agen Perosak Kayu

Abdul Razli Abdul Rahim
Zullhyzrifee Ishraf Zulkifly
Md Shahril Rabu

ISBN No: 978-967-2044-86-4

Terbitan Pertama 2022

Diterbitkan oleh,

UNIT PENERBITAN

Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah

Persiaran Usahawan,
Seksyen U1,
40150 Shah Alam
Selangor

Telephone No. : 03 5163 4000

Fax No. : 03 5569 1903

Penafian

Maklumat yang disediakan dalam buku ini direka untuk memberikan maklumat yang berguna tentang perkara yang dibincangkan. Kandungan termasuk contoh, imej, dan rujukan adalah disediakan untuk tujuan maklumat sahaja. Sebarang pendapat dinyatakan dalam pembentangan ini merupakan pertimbangan kami dimasa dikeluarkan dan tertakluk kepada perubahan. kami percaya bahawa maklumat yang terkandung dalam pembentangan ini adalah betul dan bahawa sebarang anggaran, bergantung pada apa-apa yang terkandung dalam atau pendapat, kesimpulan atau cadangan yang digugurkan adalah semunasabahnya dipegang atau dibuat pada masa penyusunan. Walau bagaimanapun, tiada jaminan dibuat tentang ketepatannya atau kebolehpercayaan (yang mungkin berubah tanpa notis) atau lain-lain maklumat yang terkandung dalam pembentangan ini. Kepada takat maksimum yang dibenarkan oleh undang-undang, kami menafikan semua liability dan tanggungjawab untuk sebarang kehilangan atau kerosakan secara langsung atau tidak langsung yang mungkin dialami oleh mana-mana penerima melalui bergantung kepada apa-apa yang terkandung dalam atau ditinggalkan daripada pembentangan ini

Disclaimer

The information provided in this book is designed to provide helpful information on the subject discussed. The contents including examples, images, and references are provided for informational purpose only. Any opinions expressed in this presentation constitute our judgement at the time of issue and are subject to change. We believe that the information contained in this presentation is correct and that any estimates, relying on anything contained in or omitted opinions, conclusions or recommendations are reasonably held or made as at the time of compilation. However, no warranty is made as to their accuracy or reliability (which may change without notice) or other information contained in this presentation. To the maximum extent permitted by law, we disclaim all liability and responsibility for any direct or indirect loss or damage which may be suffered by any recipient through relying on anything contained in or omitted from this presentation.



Kata Pengantar

Ebook ini ditulis untuk memenuhi keperluan kursus DCW20053 Wood Preservation and Seasoning bagi bidang Teknologi Berasaskan Kayu. Ebook ini merupakan siri yang pertama dari tiga siri keseluruhan Pengawetan dan Pengerangan Kayu. Judul-judul lain dalam siri ini adalah:

- i) Kecacatan & Pengawetan Kayu
- ii) Pengerangan Kayu & Analisa

Memandangkan kesukaran untuk mendapatkan bahan ilmiah bagi kursus ini dalam Bahasa Melayu, maka penulisan ebook ini didedikasikan sepenuhnya dalam nuansa kebangsaan dengan gaya penulisan yang mudah dan sesuai dijadikan rujukan bagi semua peringkat umur. Semoga ebook ini memberi manfaat kepada semua dan dipanjatkan syukur dan pujian hanya untuk Allah

SWT

Sekian.

Kandungan

Kata Pengantar

iii

BAB 1 - Pengenalan
Kepada Pengawetan Dan
Pengeringan Kayu

9

Sejarah, dan masa depan industri
pengawetan kayu dalam
kehidupan manusia.

10

Pengenalan kepada pengawetan
kayu di Malaysia.

11

Pengenalan kepada pengeringan
kayu di Malaysia.

12

Pengawetan kayu dalam sejarah
manusia.

13

Kandungan

BAB 2 – Agen Perosak Kayu	17
Kulat yang merosakkan kayu.	18
Ketahanan semulajadi kayu.	26
Anai-anai Dan Kelas Utamanya	30
Kumbang Debu	39
Kumbang Tanduk Panjang	40
Carpenter Bee	41
Black Carpenter Ants	42
Ambrossia Bettles	43
Flatheaded Borers	44
Bagaimana untuk mengenalpasti kerosakan kayu oleh ejen-ejen perosak?	45
Shipworms	46
Gribbles (Limnoria)	47
Mikroorganisma	49
Faktor bukan biologi	50

The background of the image is a stack of lumber, with various sizes and types of wood planks and beams arranged in neat piles. The lighting is somewhat dim, highlighting the textures and grain of the wood. The text is overlaid in white, bold, sans-serif font.

BAB 1

PENGENALAN KEPADA PENGAWETAN DAN PENGERINGAN KAYU

Sejarah, dan masa depan industri pengawetan kayu dalam kehidupan manusia.

Sejarah kehidupan manusia tidak boleh lari daripada penggunaan kayu. Pada awalnya, kayu hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak atau sebagai pemanasan dan kegunaan sebegini masih kekal bagi sesetengah negara membangun. Bagaimanapun, corak penggunaan ini mula berubah dengan cukup signifikan ketika revolusi industri.

Di Malaysia misalnya, perubahan kebergantungan terhadap kayu itu mula dilihat dalam pembinaan rel keretapi. Seajar dengan kemajuan teknologi, kayu lebih kerap digunakan dalam pembinaan struktur luar. Bagaimanapun sesetengah spesis kayu gagal bertahan dalam keadaan iklim, cuaca dan serangan agen-agen perosak dan memerlukan perlindungan dalam konteks pengawetan kayu.

Pengawetan moden hanya bermula sekitar dua abad yang lalu. Kayu yang sejarah penggunaannya sebelum manusia bertamadun akan terus digunakan dengan diberi ketahanan baru daripada agen-agen perosak. Penggunaan kayu dalam industri menjadi semakin pesat sejak Bethell mempelopori teknik pengawetan baru pada 1830an. Masa depan dalam industri pengawetan kayu adalah cerah terutama ketika penggunaan kayu komposit yang mula berkembang seperti 'wood-plastic composite', 'oriented-strand board (OSB)', 'laminated veneer lumber (LVL)' dan lain-lain lagi. Kesemua bahan baharu ini, memerlukan teknologi baru dalam bidang pengawetan untuk memastikan kelangsungan dan tempoh khidmat yang lebih lama dalam industri dan kepenggunaan.



Pengenalan kepada pengawetan kayu di Malaysia

Secara ringkas, pengawetan kayu boleh didefinisikan sebagai; apa jua kaedah atau proses yang digunakan dalam memastikan hayat atau jangkamasa penggunaan kayu dapat dipanjangkan.

Di Malaysia, kepentingan pengawetan kayu dilihat atas faktor geografi negara yang terletak dalam iklim khatulistiwa. Iklim panas dan lembab ini menjadikan keperluan dalam pengawetan kayu menjadi lebih signifikan disebabkan oleh beberapa faktor;

- Negara beriklim khatulistiwa mempunyai lebih banyak agen perosak biologi.
- Keadaan panas dan lembab, mempercepatkan proses pereputan kayu.
- Di Malaysia, daripada lebih 3500 spesis kayu, hanya 10% sahaja yang memiliki ketahanan semulajadi.
- Kaedah pemprosesan kayu dari penebangan di hutan hingga menjadi produk siap di Malaysia agak perlahan membuatkan kayu lebih terdedah kepada serangan agen-agen perosak semasa proses tersebut.



Pengenalan kepada pengeringan kayu di Malaysia

Pengeringan kayu adalah merujuk kepada pengurangan kandungan air didalam kayu. Secara idealnya, kayu dianggap 'kering' apabila kandungan lembabannya mencapai kesetaraan kandungan lembapan (equivalent moisture content, EMC) di lokaliti kayu tersebut berkhidmat. Ini bagi memastikan dimensi kayu tidak berubah dan kekuatan kayu kekal.

Keperluan dan kepentingan pengeringan kayu boleh dilihat atas beberapa faktor;

- Mengurangkan atau meminimakan kecacatan kayu.
- Untuk mencegah serangan agen perosak.
- Meningkatkan kekuatan kayu dan kebolehkerjaan.
- Mengurangkan kos pengangkutan.
- Memaksimumkan serapan kayu terhadap bahan pengawet.

Pengawetan Kayu Dalam Sejarah Manusia

Sumber : N.Kanagaraj

TAMADUN AWAL

2000 BC – Mesopotamia (dalam Epik Gilgamesh): Tar dituang pada kayu.

484-424 BC – Aluminum potassium sulphate digunakan sebagai bahan tahan api.

356-323 BC – Tamadun Greek: kayu dalam pembinaan jambatan diawet menggunakan minyak zaitun.

33-14 BC – Vitruvius Pollio- charing & coating olive oil.

23-79 AD – Plinius secundus – minyak kayu cedar digunakan sebagai penahan dari serangan serangga dan kulat.

Fourth century – palladius – preservation with salt water.

Pengawetan Kayu Dalam Sejarah Manusia

ABAD PERTENGAHAN

1445 – Franckensepiegel – kayu untuk pembinaan gereja direbus dengan dalam larutan brine.

1452-1419 – Leonardo Da Vinci – lukisan panel dan ukiran disalut dengan lapisan merkuri.

1469-1524 – Vasco Da Gama – kayu untuk pembinaan kapal dipastikan bebas dari serangan shipworm.

1500 – Kawalan serangan anai-anai dengan menggunakan merkuri.

1666 – Journal Jes Savans- menyiapkan beberapa kaedah pengawetan kayu.

1718 – Hiarne memperoleh paten di Sweden – kayu diawet menggunakan kuprum dan Ferum Sulphate. Kaedah komersil pertama dalam pengawetan kayu.

1735 – Serangan kumbang pengorek akar dikawal dengan menggunakan lada, laurel dan minyak mur dalam larutan wine, juga dicampur dengan urin lembu dan cuka.

1756 – penggunaan bahan ekstraktif tar sebagai bahan pengawet mula digunakan di Amerika dan England.

1767 – Boissieu & Bordenare- mencadangkan penggunaan kuprum sulfida.

1770 – Sir John Pringle- menerbitkan senarai bahan-bahan pengawet kayu di England.

Pengawetan Kayu Dalam Sejarah Manusia

REVOLUSI INDUSTRI

1800 – Pyrethrum dikenali sebagai bahan anti-serangga

1812 – Kyan memulakan kajian terhadap Merkuri (II) Klorida sebagai bahan pengawetan. Berjaya mempatenkan kajiannya pada 1832.

1815 – Thomas Wade- menggunakan zink klorida sebagai bahan pengawet.

1825 – Micheal Faraday – menemukan Hexachlorocyclohexane (HCH)

1836 – Franz Mol – memperoleh paten dalam kajiannya dalam Kreosot Tar Arang.

1838 – John Bethell – menemukan proses rawatan tekanan menggunakan minyak kreosot.

1841 – sintesis pentachlorophenol dilakukan.

1874 – O.zeidler – Berjaya mensistesis DDT.

1887 – Thompson – memperoleh paten di Perancis dalam pengawetan tekanan menggunakan serbuk kimia campuran.

Pengawetan Kayu Dalam Sejarah Manusia

ABAD KE 20 HINGGA KINI

1913 – Sebatian Chromium digunakan sebagai bahan awet tidak larut-lesap.

1915 – penggunaan pertama 1st use bahan DiChlorobenzene terhadap kumbang pengorek.

1916-1918 – Austria – penggunaan bahan petroleum dan hexachloroethane sebagai bahan pengawet.

1920 – Mono dan diChloronaphthalene dicadangkan sebagai bahan awet.

1933 – sebatian boron dipatenkan di UK.

1935 – kajian keberkesanan chlorophenol sebagai bahan anti-kulat.

1945 – DDT digunakan sebagai insecticides di UK.

1948 – Pengeluaran sintetik pyrethroid di USA dan diuji pada 1978.

2000 – Penggunaan kaedah Microwaving sebagai alternative dalam meningkatkan kadar keterlapan bahan kimia dalam kayu diperkenalkan.

BAB 2

AGEN PEROSAK KAYU

KULAT YANG MEROSAKKAN KAYU

Kulat adalah punca utama kemerosotan kayu. Seperti haiwan, kulat bersifat heterotrofik - iaitu, hanya makan bahan organik yang terdapat pada tumbuhan. Kulat tidak membuat makanan sendiri seperti fotosintesis tumbuhan.

Kulat terdiri daripada benang mikroskopik yang disebut *hyphae* yang hanya dapat dilihat dengan mata kasar apabila banyak yang terjadi bersama. Contoh bagi kulat yang senang dilihat melalui mata kasar yang mempunyai spora pembiakan untuk disebarkan adalah cendawan. Sebahagian kulat hanya merubah warna kayu, tetapi kulat yang mereputkan kayu dapat mengubah sifat fizikal dan kimia kayu, sehingga mengurangkan kekuatannya.

Semua kulat menghasilkan spora (seperti biji benih kecil) yang disebarkan melalui angin dan air. Spora dapat menjangkiti kayu lembap semasa proses penyimpanan, pemprosesan, dan penggunaan kayu.

Semua kulat mempunyai keperluan asas tertentu:

- **Suhu yang sesuai** (biasanya antara 10°C hingga 32 °. Yang optima ialah sekitar 21 °C hingga 29 °C. Kayu pada dasarnya selamat dari kereputan pada suhu di bawah 1.7 °C dan di atas 38 °C.
- **Kelembapan yang mencukupi** (kulat tidak akan menyerang kayu kering (iaitu, dengan kadar kelembapan 19 peratus atau kurang). Kulat reput memerlukan kandungan kelembapan kayu (MC) sekitar 30 peratus (titik tepu serat kayu yang diterima umum). Oleh itu, kayu dengan pengeringan udara, biasanya dengan MC tidak melebihi 19 peratus, dan kayu kering tanur, dengan MC 15 peratus atau kurang, boleh dianggap selamat dari kerosakan kulat.
- **Oksigen yang mencukupi** - kebanyakan kulat tidak boleh tinggal di kayu tepu air.
- **Sumber makanan** - bahan kayu (selulosa, hemiselulosa, lignin).



Sumber : novinite.com

Kulat Yang Mereputkan Kayu

Kayu gubal dan kayu teras dari kebanyakan spesies pokok adalah mudah untuk reput. Kulat reput tumbuh di bahagian dalam kayu atau muncul di permukaan kayu sebagai tompok berbentuk kipas yang halus, seperti benang, pertumbuhan kapas atau sebagai bentuk seperti akar. Warna pertumbuhan ini boleh terjadi daripada putih sehingga perang muda, kuning terang, dan perang gelap.

Struktur kulat yang menghasilkan spora boleh berbentuk cendawan, bentuk seperti kantung, atau struktur seperti kerak yang diratakan. Struktur halus seperti bebenang yang disebut *mycelia* tumbuh di seluruh kayu dan mencerna bahagian kayu sebagai makanan. Lama kelamaan menyebabkan kekuatan dan sifat kayu musnah.

Kulat reput kayu dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: reput perang, reput putih, dan reput lembut.



Sumber : sciencedirect.com

KULAT REPUT PERANG (BROWN ROT FUNGI)

Kulat reput perang hanya terjadi pada pokok hidup, khususnya pokok yang mempunyai kayu tahan lama, dengan bahan kimia anti-kulat yang terdapat pada kayu teras.

Kulat yang menyebabkan reput perang mampu memecah terutamanya komponen selulosa kayu untuk makanan, meninggalkan sisa lignin coklat. Kayu yang dipenuhi dengan reput perang boleh menjadi sangat lemah sebelum kerosakan dapat dilihat. Tahap akhir pereputan kayu oleh akar perang dapat dikenal pasti dengan:

- Warna kayu gelap perang.
- Pengecutan berlebihan.
- Keretakan butiran silang.
- Kemudahan di mana bahan kayu kering dapat dihancurkan menjadi serbuk perang.



Sumber : sciencedirect.com

KULAT REPUT PUTIH (WHITE ROT FUNGI)

Kulat reput putih boleh memusnahkan lignin dan selulosa pada kayu. Memberi kesan pelunturan dan menyebabkan kayu yang rosak berubah menjadi lebih putih daripada kebiasaan.

Kayu yang terjejas akan menunjukkan pengecutan yang normal dan biasanya tidak reput atau retak jika dibandingkan dengan kesan yang dilakukan oleh kulat reput perang.

Kayu akan hilang kekuatan secara perlahan-lahan sehingga menjadi lembut pada sentuhan. Adakalanya, kulat reput putih boleh menyebabkan garis halus dan gelap yang terbentuk di sekitar kawasan yang reput, dirujuk sebagai garis zon.

Kayu tidak akan mengecut sehingga reput semakin merebak. Kulat reput putih biasanya menyerang kayu teras, tetapi terdapat juga spesies yang boleh menyebabkan kayu gubal mereput.



Sumber : researchgate.com

KULAT REPUT LEMBUT (SOFT ROT FUNGI)

Kulat reput lembut biasanya menyerang kayu hijau (kelembapan tinggi), menyebabkan permukaan dalam kayu menjadi lembut secara perlahan.

Permukaan kayu yang terjejas menjadi semakin gelap dan lapisan ini boleh setebal 3 sehingga 4 mm dalam. Kayu terjejas akan menjadi sangat lembut dan akhirnya menyebabkan pereputan.



Sumber : researchgate.com

KULAT PEWARNA SAP (SAP STAINING FUNGI)

Kulat ini menembusi dan menghilangkan warna kayu gubal, terutamanya kepada sepsis kayu lembut. Sapstain tidak boleh dibuang dengan cara memberus atau mengetam. Kulat pewarna sap boleh terjadi dalam kayu gubal pokok hidup, kayu bebergaji dan balak.

Kekuatan kayu tidak terlalu terjejas tetapi kayu mungkin tidak sesuai digunakan kerana penampilan kayu sudah menjadi tidak cantik (seperti untuk dijadikan perabot atau luaran yang akan dilapisi dengan clear)



Sumber : earthbuddies.net

LUMUT (MOSS)

Kulat ini pada mulanya berwarna hijau, kuning, perang atau hitam, kabur atau berdebu yang tumbuh pada permukaan kayu. Spora yang berwarna itu biasanya boleh diberus, dicuci ataupun disingkirkan.

Pada liang kayu teras yang terbuka, lumut boleh menyebabkan kesan yang terlalu dalam untuk dihilangkan. Kayu yang baru dipotong atau kayu kering yang ditimbun semasa cuaca panas dan lembap boleh dikesan dengan lumut dalam masa kurang seminggu.

Lumut tidak mengurangkan kekuatan kayu, tetapi ia boleh meningkatkan lagi keupayaan kayu untuk menyerap lembapan, lalu meningkatkan potensi untuk diserang oleh kulat reput.

BAGAIMANA CARA KULAT TERSEBAR?

Penyebaran melalui spora:

- Spora boleh dibebaskan selama beberapa hari (cendawan) atau selama enam bulan atau lebih setiap tahun (perennial conks).
- Sehingga 300 bilion spora setiap hari dihasilkan oleh beberapa conk!
- Spora dibawa oleh angin, dalam keadaan terampai di udara dan dapat menempuh perjalanan yang jauh walaupun dengan angin perlahan.

KETAHANAN SEMULAJADI KAYU

Sebatian ekstraktif memainkan peranan sebagai penghalang kepada serangan kulat atau serangga. Pokok mempunyai beberapa mekanisma pertahanan terhadap kulat reput. Kulit kayu adalah pertahanan pertama pokok. Kulit reput yang tidak mempunyai stem tidak boleh menjangkiti kulit pokok yang masih kuat dan sempurna.



KAYU GUBAL



Sumber : timberblogger.com

Kayu gubal berupaya bertindak aktif terhadap serangan kulat. Sel parenkima di dalam kayu gubal mengesan kehadiran kulat dan memulakan tindak balas. Metabolisma terminal membunuh pokok, tetapi menyebabkan keadaan menjadi sudah tidak sesuai untuk kulat. Bahan kimia menghadkan penyebaran kulat.

Dalam pertumbuhan konifer, resin disalurkan untuk menutup kawasan serangan kulat. Kambium bertindak balas terhadap trauma tersebut dengan menghasilkan dinding yang efektif di dalam xylem yang dapat menghalang pencerobohan ke dalam kayu. Dinding xylem boleh memanjang dalam jarak tertentu sehingga jauh daripada tempat berlakunya pencerobohan atau luka.

KAYU TERAS



Sumber : tavolatoveneto.com

Pertahanan kayu teras berbeza dengan pertahan kayu gubal. Kayu teras adalah kayu mati dan tiada pertahanan yang aktif. Sebaliknya, bahan kimia yang disimpan di dalam kayu teras yang dibentuk oleh parenkima yang telah mati. Ia menyebabkan keadaan tidak sesuai untuk kulat.

Setiap spesis sangat berbeza pada ketahanan kayu teras. Walaubagaimanapun, setiap pokok mempunyai beberapa jenis kulat yang telah belajar untuk hidup di dalam kayu teras dan menyebabkan kereputan.

SERANGGA

Serangga mewakili kumpulan invertebrata terbesar. Sesetengah spesies serangga mampu memberi kesan buruk kepada kayu komersil. Kesan ini disebabkan kayu menawarkan sumber makanan, perlindungan kepada koloni serangga terbabit.

Sumber : arrowexterminators.com





Sumber : naturewisepc.com

ANAI- ANAI DAN KELAS UTAMANYA

Terdapat lebih dari 2000 jenis anai-anai diseluruh dunia. Dalam ekosistem semulajadi, anai-anai dianggap bermanfaat kerana mereka menukarkan kayu mati kepada humus. Dalam ebook ini, penekanan akan diberikan kepada anai-anai drywood dan anai-anai subterranean.



Sumber : *Dinesh Valke / Wikimedia Commons*

ANAI-ANAI SUBTERRANEAN

Anai-anai subterranean biasanya hidup di dalam tanah dimana mereka memerlukan persekitaran yang mempunyai lembapan yang tinggi untuk kekal hidup. Oleh itu, apabila mereka keluar dari aras tanah untuk mencari makanan, maka mereka akan membina terowong daripada tanah untuk memastikan persekitaran yang lembab.



Sumber : Siavash Taravati

ANAI-ANAI KAYU KERING (Drywood)

Anai-anai kayu kering berbeza dengan anai-anai subterranean atas tiga faktor,

Tidak seperti anai-anai subterranean, anai-anai drywood mengorek dan membina sarang mereka didalam kayu tanpa perlu hidup di dalam tanah.

Apabila anai-anai ini makan, mereka akan focus kepada sesuatu kawasan hingga membawa kepada lubang besar pada kayu tersebut.

Anai-anai drywood akan menghasilkan buangan berbentuk habuk kecil. Habuk-habuk ini akan ditolak keluar oleh anai-anai dan menghaikkan habuk-habuk kayu pada bukaan lubang korekan mereka.

Terdapat empat kelas kumpulan yang boleh dilihat daripada koloni anai-anai ini; daripada telur yang diletakkan, akan berpotensi untuk menjadi raja, ratu, tentera, pekerja, reproduktif primari dan reproduktif sekunder..



Sumber :timesofindia.indiatimes.com

REPRODUKTIF UTAMA

Reproduktif utama mengandung sejumlah anai-anai jantan dan betina. Kumpulan ini memiliki sayap dan boleh terbang jauh dalam jumlah yang amat besar. Ini apa yang kita lihat sebagai kelkatu. Kumpulan ini dihasilkan oleh sarang yang berusia tiga atau empat tahun. Tujuan utama kumpulan ini adalah untuk menubuhkan sarang-sarang baru.

REPRODUKTIF SEKUNDER

Reproduktif sekunder biasanya tidak mempunyai sayap, kekal di dalam sarang, keberadaan mereka di dalam sarang sebagai persediaan jika ratu cedera atau mati. Ada kalanya, jika sarang terlalu besar dan luas, maka akan terdapat beberapa sarang-sarang kecil di sekitar sarang utama. Sarang-sarang kecil ini akan memiliki reproduktif sekunder.



Sumber Matt Bertone, NC State University

RATU (QUEEN)

Ratu anai-anai merupakan induk utama dalam sesebuah koloni anai-anai. Tanpa ratu atau jika seseekor ratu mati, koloni anai-anai tidak boleh berfungsi dan jika tiada yang menggantikannya, seluruh koloni akan mati. Kehidupan ratu bermula melalui seekor reproduktif utama yang keluar dari sarangnya untuk memulakan koloni baru. Setelah habis mengawan dengan reproduktif jantan, reproduktif utama ini akan mula mengorek tanah dan bertelur untuk pertama kalinya. Telur-telur ini akan dijaga sendiri oleh reproduktif dan setelah menetas, kumpulan pertama anai-anai menjadi pekerja yang baru dan mula mengembangkan sarangnya. Reproduksi utama tersebut kini telah menjadi ratu. Tugas utama seekor ratu adalah bertelur, mengarahkan tugas dan perkembangan koloni melalui pengeluaran hormon. Seekor ratu boleh hidup antara 25 hingga 50 tahun lamanya. apabila ratu sudah tidak boleh mengeluarkan telur, rembesan hormonnya akan terhenti dan koloni akan mengeluarkan ratu baru daripada reproduktif yang lain.



Sumber aikenpest.com

ANAI-ANAI PEKERJA

Anai-anai Pekerja merupakan kumpulan yang teramai sekali dalam sesebuah organisasi anai-anai. Mereka adalah anai-anai betina yang mandul dan melakukan semua jenis kerja dalam sarang tersebut. Tugas mereka merangkumi pembinaan sarang, pembaikan sarang, mencari makanan, membina terowong, menguruskan ratu, telur, memberi makan kepada semua kelas nai-anai lain dan sebagainya. Jangka hayat mereka adalah sekitar 2 hingga 3 tahun.



Sumber aikenpest.com



Sumber gotbugshiv.com

ANAI-ANAI TENTERA

Tentera bertugas hanya untuk mempertahankan koloni dari apa-apa ancaman pemangsa. Struktur badan mereka amat berbeza dengan kepala yang lebih besar, sepit (mandible) yang besar yang berfungsi untuk menyerang pemangsa. Dalam keadaan tertentu jika terdapat bukaan pada sarang atau jika anai-anai terpaksa melintasi kawasan terbuka, barisan tentera akan membuat jajaran sepanjang laluan pekerja untuk memberikan perlindungan. Jika berlaku serangan pemangsa, maka tentera akan keluar untuk mempertahankan koloni dan bersedia mengorbankan diri untuk memberi masa kepada pekerja untuk menutup bukaan atau berundur. Malah, bilangan tentera dan pekerja perlulah dalam nisbah yang betul untuk memastikan koloni tidak berada dalam tekanan. Seperti pekerja, jangka hayat tentera juga sekitar 2 hingga 3 tahun.

BAGAIMANA ANAI-ANAI MEMBINA KOLONI?

Apabila satu kelompok anai-anak reproduktif/ kelkatu (jantan dan betina) terbang keluar dalam jumlah yang besar, maka proses mengawan akan berlaku diudara. Setelah itu, anai-anai akan jatuh ke tanah, menanggalkan sayap dan mula mengorek tanah. Anai-anai reproduktif betina ini akan mula bertelur sekitar 6 hingga 12 biji dan menjaga sendiri telurnya hingga menetas. Inilah permulaan kitaran hidup bagi seekor ratu anai-anai. Telur yang menetas ini akan menjadi pekerja, askar dan lain-lain. Kebiasaannya sesebuah sarang anai-anai mengambil masa sehingga 3 tahun untuk mula memberi kesan kerosakan terhadap kayu sekitarnya.

Kelembapan merupakan elemen kritikal untuk kelangsungan hidup anai-anai. Oleh itu, anai-anai perlu sentiasa berada dalam keadaan gelap, sejuk dan lembab.

Anai-anai dianggap seranga perosak, mereka memiliki struktur pencernaan yang istimewa iaitu membawa sejenis protozoa yang mampu mencernakan cellulose. Tanpa protozoa ni anai-anai tidak mampu mencernakan kayu.

KOLONIANAI-ANAI



Sumber : Brewbooks, Seattle USA



Sumber : CSIRO

KUMBANG DEBU (Powderpost Beetle)



Sumber : aikenpest.com

Nama kumbang debu ini merangkumi beberapa spesies dalam keluarga yang sama, Lyctidae, Bostrichidae dan Anobidae. Dinamakan sedemikian kerana larva kumbang ini mencernakan kayu hingga menjadi debu halus berwarna putih. Hanya larva saja yang memberikan kerosakan besar, kumbang dewasa pula hanya berperanan mengorek kayu untuk bertelur sahaja.

KUMBANG TANDUK PANJANG (Longhorn Beetle)



Sumber : animalspot.net

Kumbang tanduk panjang ini berukuran besar iaitu mencapai antara 0.5 inci hingga 3 inci panjang. Kumbang ini mudah dikenali dengan antenna panjangnya yang boleh mencapai hingga 4 inci. Seperti kumbang debu, hanya larva kumbang tanduk panjang yang membawa kerosakan kepada kayu. Kerosakan walau bagaimanapun terhad dikawasan kayu gubal dan boleh dokenalpasti mellalui corak berombak pada bukaan lubang korekan.

CARPENTER BEES



Sumber : lawnstarter.com

Sejenis spesies lebah yang menyerupai bumblebee iaitu bulat dan berwarna hitam dengan sedikit corak kuning. Lebah ini dianggap perosak kerana membina sarang didalam kayu. Antara lokasi popular lebah ini bersarang adalah di tiang, pagar kayu, pintu dan tingkap kayu.

BLACK CARPENTER ANTS



Sumber : Joseph Berger, Bugwood.org

Semut ini tergolong dalam kelompok Componotus dan biasanya membina sarang didalam kayu. Semut ini tidak memakan kayu, tetapi kerosakan yang dibuat lebih kepada pembinaan sarangnya. Semut ini biasanya membuat sarang pada kayu mati, atau struktur kayu bangunan. Seringkali kita boleh mendengar bunyi korekan semut ini pada dinding-dinding rumah dengan cukup jelas pada waktu malam.

AMBROSIA BEETLES



Sumber : katja schulz/wikimedia commons



Sumber : agustachronicle.com

Kumbang ambrosia betina hanya berukuran iaitu antara 2 hingga 3 mm. Berwarna perang kemerahan. Kumbang jantan mempunyai ukuran lebih kecil iaitu kira-kira 1.5mm sahaja, kumbang ini merosakkan kayu dengan mengorek kayu untuk bertelur. Pada badan kumbang ini, terdapat sejenis kulat yang bernama ambrosia, dan dari sinilah kumbang ini mendapat nama. Kulat ini akan tumbuh didalam lubang korekan tersebut, dan apabila telur menetas, larva kumbang akan memakan kulat tersebut. Serangan kulat ini boleh dikenalpasti dengan struktur semacam duri iaitu kulat yang tumbuh keluar dari lubang korekan kumbang ini.

FLATHEADED BORERS



Sumber : c. hedstrom, oda

Kumbang ini biasanya menyerang pokok-pokok yang tumbang atau kayu mati. Kerosakan yang disebabkan oleh kumbang ini biasanya melibatkan lubang korekan yang panjang dan cetek. Berukuran 0.75 inci dan memiliki sayap.

Bagaimana untuk mengenalpasti kerosakan kayu oleh ejen-ejen perosak?

Powderpost Beetles

Terdapat pada kayu-kayu proses, lubang berukuran kurang dari 3/8 inci diameter. Jika terdapat bukaan, terdapat lambakan debu halus yang memenuhi ruang cavity kayu tersebut.

Longhorned Beetles

Terdapat pada kayu proses atau balak yang baru ditebang,. Lubang-lubang yang berbentuk elips sekitar 1/4 hingga 1/2 inci panjang. Jika terdapat bukaan, terdapat lambakan debu kasar, pada ruang cavity kayu terbabit.

Ambrosia Beetle

Lubang-lubang halus dan struktur berbentuk duri yang memanjang keluar dari lubang korekan (kulat ambrosia).

Subterranean Termites

Tiada bukaan yang boleh dilihat pada serangan anai-anai ini. Biasanya kayu yang diserang anai-anai dipenuhi tanah dan terowong kecil daripada tanah juga boleh membuktikan kehadiran anai-anai.

Carpenter Ants

Kayu yang diserang biasanya mempunyai lubang-lubang besar dan tidak berdebu. Bagaimanapun tompokan-tompokan debu pada hujung bukaan lubang korekan boelh dilihat.

Carpenter Bees

Lubang berdiameter 1/2 hinggg 1/3 inci dengan kedalaman antara 3 hingga 24 inci. Serangan lebah ini mudah dikenalpasti dengan kehadiran madu dan lilin sarang lebah ini yang wujud dalam kayu tersebut.



Sumber : Gabriela Bhaskar



Sumber : atlasobscura.com, deplewsk

SHIPWORMS

Merupakan spesies invertebrate marine yang merosakkan kayu-kayu dalam air masin atau air payau. Shipworms juga dikenali sebagai pengerek laut. Species ini dikenali sebagai haiwan yang kekal tinggal didalam kayu di sekitar pantai dan boleh mencapai panjang sehingga enam kaki. Hariwan ini mampu mencerna kayu dan panjangnya adalah mengikut panjang lubang korekan

GRIBBLES (LIMNORIA)

Gabriela Bhaskar



Sumber : Auguste Le Roux



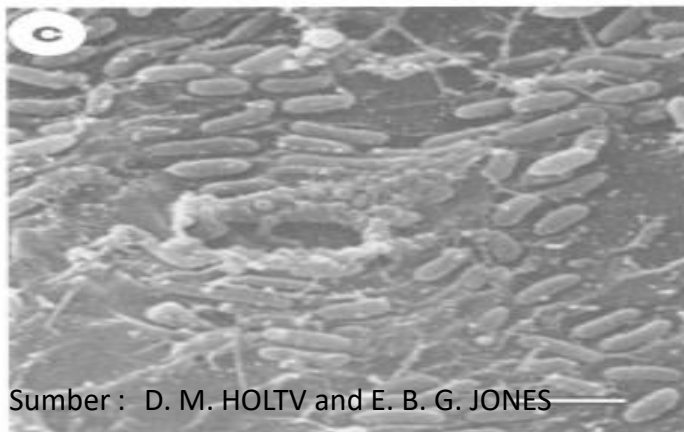
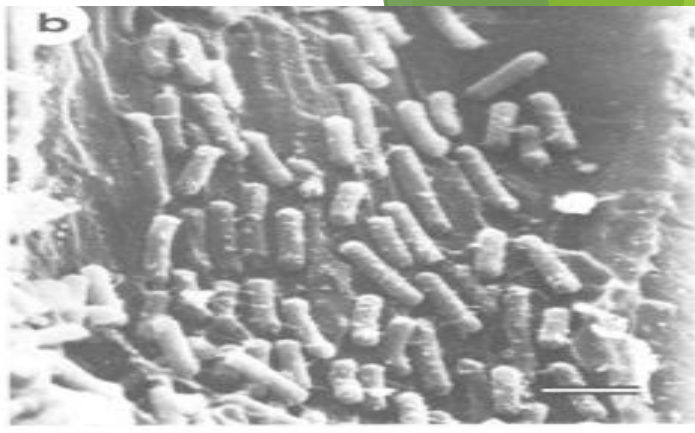
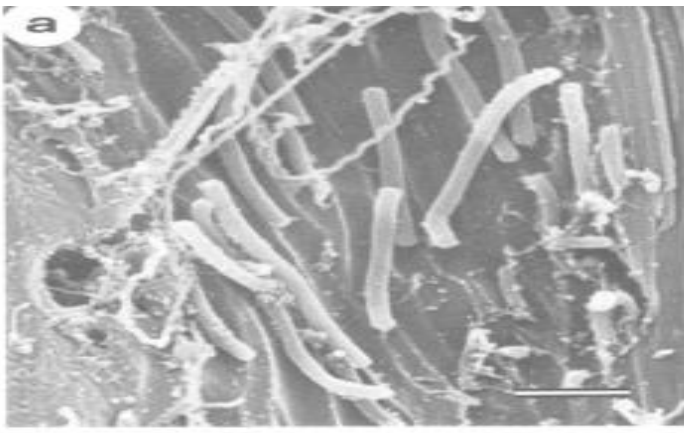
Sumber : inverts.wallawalla.edu

Limnoria berukuran amat kecil dan hampir bersamaan dengan ukuran plankton. Memiliki 7 pasang kaki dan empat pasang mulut. Bagaimanapun kesan kerosakan oleh limnoria ini cukup signifikan terhadap struktur kayu pantai.

Fakta Berkenaan Marine Borers

Kehadiran marin borers petanda ekosistem air yang baik!

Agak menarik jika dilihat kehadiran cacing kapal dan limnoria sebagai petanda ekosistem air adalah sangat bersih. Mereka tidak boleh hidup dalam persekitaran air yang tercemar.oleh itu, tidak hairanlah jika struktur kayu di kawasan pelabuhan dan industri pantai lebih terpelihara berbanding struktur kayu di kawasan resort dan peranginan.



Sumber : D. M. HOLT and E. B. G. JONES

Kehadiran mikroorganisme atau bakteri tidak dapat dinafikan pada mana-mana benda hidup. Bakteri merupakan hidupan seni yang amat mudah beradaptasi dengan persekitaran. Apabila kita melihat kerosakan yang dilakukan oleh bakteria, biasanya hanya melibatkan perkara-perkara berikut :

- Bakteri mungkin memberi kesan terhadap kadar keterlapan kayu itu sendiri tanpa apa-apa kesan ketara terhadap kekuatan struktur kayu.
- Bakteri bertindak sebagai agen mereputkan kayu dan biasanya proses ini mengambil masa yang amat lama.

Bagaimanapun, bakteria hanya memberi kesan yang amat minima dan hamper boleh diabaikan berbanding dengan agen perosak biologi yang lain.

MIKROORGANISMA

FAKTOR BUKAN BIOLOGI



LULUHAWA

Kerosakan secara fizikal atau kimia akibat terdedah kepada unsur alam.

Kerosakan Fizikal

- perubahan warna kayu
- permukaan yang menjadi kasar
- retak permukaan
- belahan

Kerosakan Kimia

- surface phenomenon
- sequence of free radical reactions
- penguraian lignin
- perubahan warna kayu

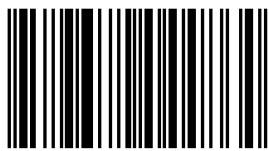
Faktor yang mempengaruhi kesan luluhawa pada kayu

- sinaran matahari: sinar UV
kelembapan: hujan, embun, wap air, salji
- haba; cahaya matahari
- hujan asid; tindakbalas kayu terhadap Sulphur dioksida

Terbitan:


POLITEKNIK
MALAYSIA
SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH

e ISBN 978-967-2044-86-4



9 7 8 9 6 7 2 0 4 4 8 6 4