

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JENIS JAMUR PADA UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crants.) DALAM PROSES PEMBUATAN UBI KAYU HITAM SECARA TRADISIONAL OLEH MASYARAKAT BANDA

Alwi Smith ⁽¹⁾ dan Agnes Hursepuny ⁽²⁾

(1) Staff Pengajar Program Studi Pendidikan Biologi

(2) Alumni Program Studi Pendidikan Biologi

E-mail: alwi_smith@yahoo.com

Abstract

Background: One of the roles fungi also in the manufacture of cassava black is one of the food products in addition to the public Banda, cassava black produced by cassava (*Manihot esculenta* Crants.) The levels of HCN (Hydrogen Cyanide) high through a process of soaking and fermentation drying, assisted by a fungus that is capable of binding the HCN.

Methods: The process of making cassava samples conducted in Banda black. Isolation and identification of fungi carried on Basic Laboratory Pattimura University.

Results: from isolation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in the process of making cassava traditional black communities Banda fungal isolates obtained 5 with 3 different genus is *Rhizopus*, *Aspergillus*, and *Penicillium*. Based on observations of macroscopic and microscopic morphology isolat1 belonging to the genus *Rhizopus*, isolat2, isolat3, isolat4 belonging to the genus *Aspergillus* and isolat5 belonging to the genus *Penicillium*. Results of macroscopic observation while hanging in the manufacturing process cassava spread of colonies of black mold growing cassava which dominates in the genus *Rhizopus* and *Aspergillus* genus.

Conclusion: Based on research results isolation and identification of fungi that grow on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in the process of making cassava traditionally black community can Banda in 5 isolates identified are included in 3 different genus is *Rhizopus*, *Aspergillus*, and *penicillium*.

Keywords: isolation and identification, the type of fungus, cassava (*Manihot esculenta* Crants.) traditional, Banda.

Abstrak

Latar Belakang: Salah satu peranan jamur juga dalam pembuatan ubi kayu hitam yang merupakan salah satu produk makanan tambahan bagi masyarakat banda, ubi kayu hitam dihasilkan oleh ubi kayu (*Manihot esculenta* Crants.) yang berkadar HCN (Hydrogen cyanide) tinggi melalui proses perendaman dan fermentasi pengeringan dengan dibantu oleh jamur yang mampu mengikat HCN.

Metode: Proses pembuatan sampel ubi kayu hitam dilakukan di Banda. Isolasi dan identifikasi jamur dilaksanakan pada Lobaratorium Dasar Universitas Pattimura.

Hasil: dari isolasi pada ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) dalam proses pembuatan ubi kayu hitam secara tradisional oleh masyarakat Banda diperoleh 5 isolat jamur dengan 3 genus yang berbeda yaitu *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis morfologi isolat₁ termasuk dalam genus *Rhizopus*, isolat₂, isolat₃, isolat₄ termasuk dalam genus *Aspergillus* dan isolat₅ termasuk dalam genus *Penicillium*. Hasil pengamatan makroskopis saat penggantungan dalam proses pembuatan ubi kayu hitam penyebaran koloni jamur yang tumbuh mendominasi pada ubi kayu yaitu pada genus *Rhizopus* dan genus *Aspergillus*.

Kesimpulan: Berdasarkan hasil penelitian isolasi dan identifikasi jamur yang tumbuh pada ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) dalam proses pembuatan ubi kayu hitam secara tradisional oleh masyarakat Banda di dapat 5 isolat diidentifikasi termasuk dalam 3 genus yang berbeda yaitu *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *penicillium*.

Kata Kunci: isolasi dan identifikasi, jenis jamur, ubi kayu (*manihot esculenta* crants.) tradisional. Banda.

PENDAHULUAN

Jamur merupakan tumbuhan tingkat rendah yang tidak mempunyai zat hijau, untuk hidup jamur berperan sebagai parasite saprofit (Tambunan dan Nandika, 1989). Jamur tingkat tinggi maupun tingkat rendah mempunyai ciri yang khas, yakni berupa benang tunggal atau bercabang-cabang yang disebut hifa, kumpulan akan membentuk miselium, mempunyai spora, memproduksi spora, dapat berkembangbiak secara seksual dan aseksual, tubuh berfilamen dan dinding sel mengandung kitin, glukukan, selulosa dan manan. Jamur dibedakan menjadi dua golongan yaitu kapang merupakan jamur yang berfilamen atau mempunyai miselium, sedangkan khamir merupakan jamur bersel tunggal dan tidak berfilamen (Waluyo, 2004).

Divergensi kingdom jamur (fungi) dari Choanoflagellates diperkirakan dimulai sekitar 900 juta tahun lalu. Berdasarkan analisis data Molekuler, yang termasuk *true fungi* adalah divisi Chytridiomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes, and Basidiomycetes. Deuteromycetes (*Fungi Imperfectil mitosporic fungi conidial fungi*) juga termasuk true fungi, akan tetapi Deuteromycetes secara filogenetik bukan merupakan suatu kelompok taksonomi (Gandjar, 2006).

Jamur hidup pada lingkungan yang beragam namun sebagian besar jamur hidup ditempat yang lembab. Habitat jamur berada didarat (terrestrial) dan di tempat lembab dengan suhu optimal berkisar antara 22 derajat Celsius sampai 35 derajat Celsius, suhu maksimumnya berkisar antara 27 derajat Celsius sampai 29 derajat Celsius, dan suhu minimum kurang lebih 5 derajat Celsius. Meskipun demikian banyak pula jamur yang hidup pada organisme atau sisa-sisa organisme di laut atau di air tawar. Jamur juga dapat hidup di lingkungan yang asam (Dwidjoseputro, 2003). Bahan makanan adalah substrat yang rata-rata cocok untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan jamur, misalnya apabila substratnya nasi, atau singkong, atau kentang, maka jamur tersebut harus mampu mengekresikan enzim α -amilase untuk mengubah amilum menjadi glukosa (Gandjar, 2006).

Jamur juga memiliki peranan yang merugikan dan menguntungkan, jamur

dapat menimbulkan penyakit yang dibedakan menjadi dua golongan, yakni (1) Mikosis, infeksi kapang dan (2) Mikotoksikosis yaitu gejala keracunan yang disebabkan tertelanya suatu hasil metabolisme beracun dari kapang atau jamur. Dari golongan tersebut umumnya disebarkan melalui makanan pada mikosikosi. Senyawa beracun yang diproduksi oleh fungi di sebut mikotoksin. Toksin ini dapat menimbulkan gejala sakit yang kadang-kadang fatal dan beberapa diantaranya mempunyai sifat karsinogenik, yakni dapat menimbulkan kanker (Waluyo, 2004).

Peranan jamur yang menguntungkan dalam peningkatan nilai gizi atau nutrisi makanan. Pada proses pembuatan tempe misalnya dua jenis jamur yang berperan, yaitu *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus storoiferus* mempunyai kemampuan untuk mengubah kedele menjadi asam amino dan protein (Supardi, 1999). Ada beberapa jenis jamur yang tumbuh pada ubi kayu, baik itu ubi kayu yang masih mentah maupun yang sudah diolah menjadi bahan pangan. Misalnya biokimia mikro-jamur pada fermentasi tepung singkong yang di produksi dari ubi singkong dengan kultivar sianida menengah dilakukan pada kemampuan strain murni oleh jamur *Rhizopus sp* dan *Saccharomyces cerevisae* untuk mengubah kualitas gizi tepung kayu (Dwidjoseputro).

Salah satu peranan jamur juga dalam pembuatan ubi kayu hitam yang merupakan salah satu produk makanan tambahan bagi masyarakat banda, ubi kayu hitam dihasilkan oleh ubi kayu (*Manihot esculenta* Crants.) yang berkadar HCN (Hydrogen cyanide) tinggi melalui proses perendaman dan fermentasi pengeringan dengan dibantu oleh jamur yang mampu mengikat HCN tersebut. Setelah proses fermentasi menjadi ubi kayu hitam akan diolah lebih lanjut menjadi *sunu-sunu* yang merupakan makanan khas banda, dengan cara ubi kayu hitam dicuci bersih, dipotong dan dimasak, pada proses pemasakan diatas suhu 39°C untuk mematikan jamur pada ubi kayu hitam. Kemudian disajikan dengan kelapa parut dan gula merah. Makanan ini ternyata memiliki nilai nutrisi yang bisa dijadikan sumber kalori alternative utama. Keunggulan berdasarkan aspek nutrisi

dibandingkan dengan pati adalah lemak, kalsium, zat besi, vitamin A dan C (Assegaff, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan lama perendaman ubi kayu mempengaruhi pertumbuhan jamur dalam proses pembuatan ubi kayu hitam. Dapat dilihat dari data yang diperoleh perendaman 48 jam menghasilkan 41 titik tumbuh jamur 39% yang paling bagus (Assagaff, 2010). Namun masyarakat tidak mengetahui tentang jenis jamur pada ubi kayu hitam dan tidak ada penelitian lanjut tentang jenis jamur pada makanan olahan ubi kayu hitam.

METODE

Sampel Penelitian

Proses pembuatan sampel ubi kayu hitam dilakukan di Banda. Isolasi dan identifikasi jamur dilaksanakan pada lobaratorium Universitas Pattimura Fakultas Keguruan dan ilmu Pendidikan Program Studi Biologi Ambon.

Produser Penelitian

a. Proses pembuatan ubi kayu hitam

- 1) Ubi kayu varietas bogor ditimbang 4 kg (1 kg untuk tiap perlakuan)
- 2) Ubi kayu kemudian dikupas, dicuci dan direndam dalam baskom dengan air laut. peneliti memberi label untuk masing – masing baskom (untuk perlakuan 4 variasi waktu perendaman yang paling lama sehingga pada proses pengeringan secara bersamaan)
- 3) Setelah perendaman peneliti mengangkat ubi kayu tersebut dan, menggantung sesuai labelnya dengan tali arafia, (ubi kayu ini digantung pada tirisan rumah) dalam proses ini ubi kayu tersebut dalam proses pengeringan tidak boleh terkena sengatan matahari secara langsung.
- 4) Dibiarkan 3 minggu ubi kayu telah ditumbuhi jamur dan berubah warnanya menjadi hitam, maka jamur pada ubi kayu hitam telah siap dipakai diisolasi.

b. Pembuatan PDA (*Potatoes dextrose Agar*)

- 1) Media PDA 39 g dimasukkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan air suling 1000 ml

- 2) Kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 1 jam dengan menggunakan hot plate.
- 3) Disterilkan dalam otoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit

c. Isolasi dan Identifikasi Jamur

- 1) Ubi kayu hitam yang telaah ditumbuhi jamur dari 4 sampel perendaman yang berbeda 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam dilakukan identifikasi awal sesuai ciri dan warna koloni.
- 2) Setelah itu tahapan isolasi dimulai dengan mengambil sedikit hifa dari 4 sampel perendaman kemudian digoreskan menggunakan jarum ose (*streak metode*) pada media PDA didalam caawan petri untuk masing-masing sampel perendaman , diinkubasikan selam 2-3 hari sebagai kultur campuran .
- 3) Jamur-jamur telah tumbuh dalam kultur campuran dipisahkan lagi hingga mendapatkan isolasi murni yang disebut dengan tahapan ferifikasi dan selanjutnya dinokulasi kedalam media miring sebagai kultur stok.
- 4) Setelah isolate menjadi biakan murni, sebelum dididentifikasi digoreskan pada cawan petri berisi media PDA kemudian diinkubasi selama 2-3 hari yang merupakan tahap observasi setelah itu diidentifikasi secara makroskopis dann mikroskopis.
- 5) Pengamatan morfologi secara mikroskopis dari koloni tersebut dilakukan dengan cara mengambil sedikit miselium yang bersporulasi dan diletakkan pada kaca preparat. Sampel tersebut kemudian ditetesi dengan methylene blue (Gandjar, 2006).
- 6) Pengamatan mikroskopis juga dilakukan dengan cara teteskan media PDA pada object glass secara aseptis lalu tunggu memadat ulasan spora jamur yang akan diamati pada media tersebut ditutupi dengan cover lass tepat diatas media dan tekan hingga merata. Inkubasi 2 x 24 jam. Amati dengan menggunakan mikroskop.

Data yang didapat dalam penelitian ini akan dianalisis secara deskriptis dengan menggunakan tabel identifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil isolasi dan identifikasi jamur yang tumbuh pada ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) yang dilakukan selama 2 bulan dengan perlakuan waktu perendaman yang berbeda yaitu 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam jenis-jenis jamur yang adalah sama, setelah melakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopis diperoleh 5 isolat yang termasuk dalam 3 genus yang berbeda. Tabel dibawah ini merupakan hasil pengamatan isolasi jamur dan kedudukannya dalam taksonomi.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Isolasi Jamur Dan Kedudukannya Dalam Taksonomi Menurut Gilman J (1957).

Isolat murni	Genus	Klasifikasi
Isolat 1		Class : Phycomycetes Ordo : Mucorales Family : Mucoraceae Genus : <i>Rhizopus</i>
Isolat 2	<i>Aspergillus</i>	Class : Fungi Imperfecti
Isolat 3	<i>Aspergillus</i>	Ordo : Moniliales Family :
Isolat 4	<i>Aspergillus</i>	Monileaceae Genus : <i>Aspergillus</i>
Isolat 5	<i>Penicillium</i>	Class : Fungi Imperfecti Ordo : Moniliales Family : Monileaceae Genus : <i>Penicillium</i>

Keterangan:

Isolat₁: *Rhizopus* dengan warna koloni seperti kapas dan sporangium berwarna hitam.

Isolat₂: *Aspergillus* dengan warna koloni seperti kapas dan kepala konidiofor berwarna hitam.

Isolat₃: *Aspergillus* dengan warna koloni cokelat dan kepala konodiofor berwarna cokelat.

Isolat₄: *Aspergillus* dengan warna koloni cream dan kepala konodiofor berwarna cream.

Isolat₅: *Penicillium* dengan warna koloni hijau dan kepala konodiofor berwarna hijau.

Dari tabel 1 hasil diperoleh dari isolasi pada ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) dalam proses pembuatan ubi kayu hitam secara tradisional oleh masyarakat Banda diperoleh 5 isolat jamur dengan 3 genus yang berbeda yaitu *Rhizopus*, *Aspergillus*,

dan *Penicillium*. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis morfologi isolat₁ termasuk dalam genus *Rhizopus*, isolat₂, isolat₃, isolat₄ termasuk dalam genus *Aspergillus* dan isolat₅ termasuk dalam genus *Penicillium*. Hasil pengamatan makroskopis saat penggantungan dalam proses pembuatan ubi kayu hitam penyebaran koloni jamur yang tumbuh mendominasi pada ubi kayu yaitu pada genus *Rhizopus* dan genus *Aspergillus*.

Pembahasan

Hasil isolasi jamur pada ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) yang melalui proses pembuatan ubi kayu hitam secara tradisional oleh masyarakat Banda, dengan perlakuan perendaman 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam diperoleh jenis-jenis jamur yang berdasarkan pada penampakan makroskopis dan mikroskopis yang ditunjukkan pada lampiran 1 halaman 47. Diperoleh 5 isolat jamur dengan 3 isolat yang berbeda yaitu genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*. Hasil pengamatan makroskopis saat pengantungan dalam proses pembuatan ubi kayu hitam penyebaran koloni jamur yang tumbuh mendominasi pada ubu kayu yaitu pada genus *Rhizopus* dan genus *Aspergillus*, sehingga membuat permukaan ubi kayu menjadi hitam dan disebut masyarakat Banda untuk makanan olahan ini adalah ubi kayu hitam.

Ubi kayu hitam merupakan makanan khas masyarakat Banda yang sudah lama dikonsumsi secara turun temurun, dan selama ini pengolahan makanan ini tidak memiliki efek yang mematikan. Jamur genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* yang tumbuh pada ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) berasal dari spora yang bebas di udara, spora-spora tersebut melekat pada permukaan potongan ubi kayu yang digantung. Berdasarkan hasil penelitian Assegaff (2010) lama perendaman ubi kayu mempengaruhi pertumbuhan jamur dalam proses pembuatan ubu kayu hitam, Hasilnya menunjukkan bahwa perendaman 48 jam memperlihatkan 41 titik tumbuh jamur 39% yang paling bagus.

Secara ilmiah belum dibuktikan bahwa jamur genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan

Penicillium, bisa mengkonversi senyawa beracun Hydrogen cyanide (HCN) yang terkandung dalam ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*), dugaan sementara menunjukkan pengolahan ubi kayu hitam secara tradisional yang dilakukan oleh masyarakat Banda cukup efektif dalam mengkonversi racun pada ubu kayu (*Manihot esculenta Crantz*), tanpa perlakuan perendaman dan pengantunganterlebih dahulu masyarakat yang mengkonsumsi ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) akan mengalami keracunan.

Adanya peranan jamur genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* dalam mngkonversi senyawa beracun juga dikuatkan oleh Leplepen. J (2005) bahwa genus *Rhizopus* dapat menetralkan racun cycin pada pakis haji dalam proses pembuatan makanan tradisional masyarakat Aru. Genus *Rhizopus* menghasilkan enzim yang berfungsi untuk mengkonversi racun tersebut menjadi senyawa lain yang tidak beracun. Beberapa species dari genus *Rhizopus* sudah diketahui menghasilkan enzim-enzim yang berperan dalam mengkonversi suatu senyawa kimia menjadi senyawa kimia lainnya. Sebagai contoh *Rhizopus sp* untuk mengubah kualitas gizi tepung ubi kayu yang dihasilkan dari berbagai sianida ubi singkong (Dwidjoseputro, 2003).

Jamur genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* yang tumbuh pada ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) dalam pengolahan ubi kayu hitam juga mempunyai peranan menguntungkan yang dimanfaatkan untuk olahan makanan fermentasi tradisional lainnya. *Rhizopus* berguna dalam industry bahan pangan dalam pembuatan temped an oncom, *Rhizopus oryzae* membantu dalam proses fermentasi tape singkong. *Rhizopus nigricans* digunakan dalam pembuatan roti. Selain itu genus *Aspergillus* dimanfaatkan untuk pembuatan tempe, *Aspergillus wentii* dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kecap, sake, tauco dan asam oksalat. *Penicillium roquenforti* dalam pembuatan aneka keju di Eropa (Gandjar, 2006).

Selain peranan menguntungkan dari jamur genus *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* dalam pembuatan makanan olahan fermentasi juga memiliki kerugian

misalnya kerusakan pada bahan pangan yang mengandung karbohidrat, bahan pangan tersebut mengalami perubahan fisik, yaitu menggumpal, berbau apek dan berubah warna. Adanya jamur (fungi) pada bahan makanan cukup membahayakan karena mikotoksin yang dapat dihasilkan seperti aflatoksin B1, B2, G1, G2, ochratokin, patulin dan lain sebagainya (Gandjar I, 2006). Salah satu efek akibat mikotoksin jamur adalah keracunan makanan, dan penyakit paru-paru pada manusia (Waluyo L, 2004). Untuk menghindari keracunan akibat mikotoksin yang dihasilkan jamur, dalam proses pembuatan ubi kayu hitam sebaiknya proses pengantungannya maksimal 2-3 minggu, Menurut Tambunan dan Nandika (1989) suhu maksimum tumbuhnya jamur berkisar antara 27°C sampai 39°C. Sehingga jamur pada ubi kayu hitam akan mati ketika melalui proses pemasakkan dan pengolahannya menjadi makanan tambahan *Sunu-sunu* oleh masyarakat Banda ini aman untuk dikonsumsi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian isolasi dan identifikasi jamur yang tumbuh pada ubi kayu (*Mahinot esculenta Crantz*) dalam proses pembuatan ubi kayu hitam secara tradisional oleh masyarakat Banda di dapat 5 isolat diidentifikasi termasuk dalam 3 genus yang berbeda yaitu *Rhizopus*, *Aspergillus*, dan *penicillium*. Hasil pengamatan mikroskopis saat penggantungan dalam proses pembuatan ubi kayu hitam penyebaran koloni jamur yang tumbuh mendominasi pada ubi kayu yaitu pada genus *Rhizopus* dan genus *Aspergillus*. Dimana *Rhizopus* akan menghasilkan enzim yang berfungsi untuk mengkonversi racun HCN pada ubi kayu (*Mahinot esculenta Crantz*), dan ketiga genus ini akan mati pada suhu 100 derajat Celsius dalam proses pemasakan dan proses pengolahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Klasifikasi Jamur. <http://cixers.blogspot.com.html> . 19 Februari 2011
- Anonim. 2011. <http://Biologimantaya.blogspot.com/>. 19 februari 2011
- Anonim, 2009. Penuntun Praktikum Ilmu Penyakit. <http://mobrian.blogspot.com.html>. 19 Februari 2011.
- Anonim, 2008. Mengisolasi Biakan Murni Makalah dan Skripsi. [http://makalah dan skripsi.blogspot.com.html](http://makalahdan skripsi.blogspot.com.html). 19 Februari 2011
- Anonim. 2010. Media Mikroba. <http://trenatus.blogspot.com.html>. 19 Februari 2010
- Anonim. 2011. Tag Methylene Blue. <http://science-query.com>. 19 Februari 2011
- Assegaff, S.2010. Pengaruh Lama Perendaman Ubi Kayu (*Mahinot esculenta Crantz*) Terhadap Daya Serang Jamur Dalam Proses Pembuatan Ubi Kayu Hitam. Skripsi tidak dipublikan.FKIP: Ambon
- Dwijoseputro, D. 2003. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Cetakan kelima belas. Djembatan: Jakarta
- Gandjar I, dkk. 1999. Pengenalan Kapang Tropic Umum. Yayasan Bogor Indonesia: Jakarta.
- Ganjar I, 2006. Mikologi Dasar Dan Terapan. Yayasan Bogor Indonesia: Jakarta.
- Gilman J, C.1957.A Manual of Soil Fungi Revised Second Edition. The Iowa State University Press. Ames Iowa: USA.
- Hadioetomo, Ratna S. 1983. Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek. Gramedia: Jakarta.
- Hidayat, Nur. Masdira. C. P. Sri. S.2006. Mikrobiologi Industri. Penerbit ANDI: Jakarta.
- Leplepem, J. 2005. Analisa Kadar karbohidrat dan identifikasi jenis jamur yang diduga menetralkan senyawa beracun pada biji pakis haji (*Cycas rumphii Miq*) secara tradisional oleh masyarakat kepulauan Aru. Skripsi tidak dipublikan.FMIPA.Ambon.
- Rumana, R. 1997. Ubi Kayu, Budidaya dan pascapanen. Kanisius: Jakarta.
- Sarles, et al, 1956. Microbiology. 5th ed McGraw-Hill Book.Company, Inc. New York, pp. 203,107-112.
- Supradi, I. 1999. Mikrobiologi Dalam Pengelolaan Dan Keamanan Pangan. Alumi/1999/Bandung: Bandung.
- Tambunan, B dan Dodi Nandika. 1989. Deteriorasi Kayu Oleh Faktor Biologis. IPB-Press.Bogor.