



KETAHANAN KOMPOSIT POLIMER KHITOSAN- MIKROFIBRIL TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP SERANGAN RAYAP TANAH

APREISKA GILANG RAMADHAN



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2012**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Ketahanan Komposit Polimer Khitosan-Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit” terhadap Serangan Rayap Tanah adalah karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, November 2012

Apreiska Gilang Ramadhan

NIM E24080064

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

APREISKA GILANG RAMADHAN. Resistance of Composite Polymer Chitosan-Microfibrils of Oil Palm Empty Fruit Bunches Against Subterranean Termites. Supervised by DEDE HERMAWAN.

Chitosan is a potentially natural polymer which can substitute polypropylene in the manufactured of composite boards. The objective of this study was to increase the resistance of composite boards with chitosan as a substitution material of polypropylene. Type of board that used in this study was a thermoplastic composite board made from empty fruit bunches of oil palm microfibrils and polypropylene. The natural polymer chitosan that used as the substitution of polypropylene are having 0 %, 20 %, and 40 % of content by weight of the polypropylene. The density of composite boards tested was 1 g/cm³. The test refers to JIS K 1571-2004. The fairly high density which is 1 g/cm³ makes the termites will be difficult to consume composite board, and from the result of the test for 3 weeks showed that the average weight loss of sample ranged from 5.91-6.62 %. Based on the SNI 01.7202-2006, this composite board included the second class that is "resist" to termite attack. The test showed 77.33 % mortality to 0 % chitosan content; 92 % to 20 % chitosan content, and 97.33 % to 40 % chitosan content. For the feeding rate, the tests result are 44.92; 51.17; 52.62 (µg/head/day) in a row to 0 %, 20 % and 40 % chitosan content. Based on those three tests, it can be concluded that chitosan were able to substituted polypropylene in the manufactured of the composite board and able to produce the products with a high level of resistance.

Keywords: composite board, polypropylene, chitosan, subterranean termites



RINGKASAN

APREISKA GILANG RAMADHAN. Ketahanan Komposit Polimer Khitosan-Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Serangan Rayap Tanah. Dibimbing oleh DEDE HERMAWAN.

Khitosan merupakan polimer alam dan berpotensi mensubstitusi polipropilena dalam pembuatan papan komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan ketahanan papan komposit dengan khitosan sebagai bahan substitusi polipropilena. Jenis papan yang digunakan dalam penelitian ini adalah papan komposit termoplastik yang terbuat dari mikrofibril tandan kosong kelapa sawit dan polipropilena. Polimer alam khitosan digunakan sebagai bahan substitusi dari polipropilena dengan kadar 0 %, 20 %, dan 40 % dari berat polipropilena yang digunakan dalam pembuatan papan komposit. Kerapatan papan komposit yang diuji adalah 1 g/cm³. Pengujian mengacu pada JIS K 1571-2004. Komposit memiliki kerapatan yang cukup tinggi yaitu 1 g/cm³, sehingga rayap akan kesulitan untuk mengonsumsi komposit tersebut, dan dari hasil pengujian selama 3 minggu diketahui bahwa nilai rata-rata kehilangan berat contoh uji berkisar antara 5.91-6.62 %. Berdasarkan standar SNI 01.7202-2006 maka papan komposit termasuk dalam kelas II yaitu “tahan” terhadap serangan rayap. Pengujian mortalitas memberikan hasil 77.33 % untuk kadar khitosan 0 %; 92 % untuk kadar khitosan 20 %; dan 97.33 % untuk kadar khitosan 40 %. Untuk pengujian *feeding rate* hasil yang diperoleh 44.92; 51.17; 52.62 (μg/ekor/hari) berturut-turut untuk kadar khitosan 0 %, 20 % dan 40 %. Dari hasil ketiga pengujian ini dapat disimpulkan bahwa khitosan mampu mensubstitusi polipropilena dalam pembuatan papan komposit dan papan komposit yang dihasilkan memiliki tingkat ketahanan yang tinggi.

Kata kunci: papan komposit, polipropilena, khitosan, rayap tanah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KETAHANAN KOMPOSIT POLIMER KHITOSAN- MIKROFIBRIL TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP SERANGAN RAYAP TANAH

APREISKA GILANG RAMADHAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kehutanan pada
Departemen Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2012**



Judul Penelitian : Ketahanan Komposit Polimer Khitosan-Mikrofibril
Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Serangan Rayap
Tanah

Nama Mahasiswa : Apreiska Gilang Ramadhan

NRP : E24080064

Disetujui oleh

Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc

Pembimbing

Diketahui oleh

Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc

Ketua Departemen

Tanggal Lulus:



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Skripsi ini berjudul “Ketahanan Komposit Polimer Khitosan-Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Serangan Rayap Tanah”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, namun penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat untuk berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Bogor, November 2012

Apreiska Gilang Ramadhan



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Yogyakarta pada tanggal 25 April 1990 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Sarwo Eddy Koestanto, B.Sc dan Dra. Rumini. Tahun 1996-2002 penulis memulai pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Gunung Gede Bogor. Pada tahun 2002-2005 penulis melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Bogor. Pada tahun 2008 penulis lulus dari SMA Negeri 3 Bogor, dan pada tahun yang sama penulis diterima masuk IPB melalui jalur USMI (Undangan Seleksi Masuk IPB). Penulis memilih program studi mayor Teknologi Hasil Hutan, Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan. Pada tahun 2011 memilih Biokomposit sebagai bidang keahlian.

Selama di bangku sekolah, penulis aktif dalam berbagai kegiatan ekstrakurikuler seperti Pramuka dan Club Astronomi. Kemudian setelah masuk IPB, penulis aktif dalam sejumlah organisasi kemahasiswaan yakni sebagai anggota Koperasi Mahasiswa periode 2008-2009, anggota Divisi Eksternal Himpunan Mahasiswa Hasil Hutan (HIMASILTAN) periode 2009-2010, dan panitia KOMPAK Departemen Hasil Hutan tahun 2010.

Selama menjadi mahasiswa, penulis telah mengikuti beberapa kegiatan praktik lapang antara lain Praktik Pengenalan Ekosistem Hutan (P2EH) pada bulan Juli 2010 di Pangandaran dan Gunung Sawal, Tasikmalaya. Pada bulan Juli 2011 penulis melakukan Praktik Pengelolaan Hutan (P2H) di Gunung Walat, Sukabumi. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapang (PKL) di KBM Industri Kayu Brumbung Perum Perhutani Unit 1 Jawa Tengah pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2012. Penulis juga menjadi seminaris pada kegiatan IWORS tahun 2012 di Makassar.

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Kehutanan dari Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul “Ketahanan Komposit Polimer Khitosan-Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Serangan Rayap Tanah” di bawah bimbingan Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan atas segala curahan rahmat-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Atas segala bantuan dari semua pihak, penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ayah Sarwo Eddy Koestanto, B.Sc; bunda Dra. Rumini, adik Gala Reiska Putra, dan segenap keluarga penulis, atas pengorbanan, kasih sayang, cinta, doa, dan dukungan tiada henti yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi atas kesabaran dan keikhlasannya dalam memberikan ilmu, nasihat, saran, dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Jajang Suryana, M.Sc selaku dosen pembimbing akademik, moderator dalam seminar, dan ketua sidang atas ilmu, nasihat, saran, dan motivasi kepada penulis.
4. Ibu Dr. Ir. Arum Sekar Wulandari, MS selaku dosen penguji atas ilmu, nasihat, saran, dan motivasi dalam sidang kepada penulis.
5. Mas Kurnia Wiji Prasetio, S.Hut, M.Si dari UPT Biomaterial LIPI Cibinong atas kerja sama, ilmu, dan saran yang telah diberikan.
6. Pak Supriyatin selaku laboran di Laboratorium Kimia Hasil Hutan atas bantuan kepada penulis selama masa penelitian.
7. Seluruh keluarga besar Fakultas Kehutanan khususnya Departemen Hasil Hutan (dosen pengajar, para staf, para laboran, rekan-rekan mahasiswa, serta mamang dan bibi) yang selalu membantu selama ini.
8. Ardina Puspitasari, S.Pi atas kasih sayang, kesabaran, motivasi, dan doa yang telah diberikan.
9. Teman-teman THH 45, khususnya Mu'alim Basri Santoso, S.Hut dan Wisnu Moko Rahayu, S.Hut atas kenangan yang tidak terlupakan.
10. Teman-teman satu bimbingan, Kak Ana Agustina, S.Hut; Duma Kintan Prameswari, S.Hut; dan Rina Septiningsih atas kerja samanya dalam penelitian dan penulisan skripsi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



11. Teman-teman NOESCAMP 146, khususnya Rizal Dwi Hardyana, S.KH; Vicky Ananta, dan Muhamad Ismail, S.P; yang sudah menjadi keluarga yang sangat menyenangkan dalam kebersamaan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu kelancaran studi penulis, baik selama kuliah maupun dalam penyelesaian skripsi ini.

Bogor, November 2012

Apreiska Gilang Ramadhan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan.....	2
Manfaat.....	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Papan Komposit	3
Kelapa Sawit.....	4
Polipropilena	5
Khitosan.....	6
Rayap.....	8
METODE.....	13
Waktu dan Tempat	13
Alat dan Bahan	13
Persiapan Contoh Uji.....	13
Persiapan Wadah Uji	14
Kerapatan.....	14
JIS K 1571-2004.....	15
Kehilangan Berat	15
Mortalitas.....	16
<i>Feeding Rate</i>	16
Analisis Data	17

HASIL DAN PEMBAHASAN	18
Kerapatan Papan Komposit	18
Ketahanan Papan Komposit	19
Kehilangan Berat	19
Mortalitas Rayap	21
<i>Feeding Rate</i>	23
SIMPULAN DAN SARAN	26
Simpulan	26
Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29





DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1.	Karakteristik polipropilena homopolimer 6
2.	Aplikasi beberapa polimer dan oligomer khitosan 7
3.	Klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah 16
4.	Uji statistik terhadap nilai kerapatan 19
5.	Uji statistik terhadap nilai kehilangan berat 20
6.	Klasifikasi ketahanan dan kelas awet komposit 21
7.	Uji statistik terhadap nilai mortalitas rayap 22
8.	Uji statistik terhadap kemampuan makan rayap 24

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Buah kelapa sawit.	4
2. Reaksi polimerisasi propilena menjadi polipropilena.	5
3. Gugus kimia khitin dan khitosan.	6
4. Rayap kasta reproduktif.	9
5. Rayap kasta prajurit.	10
6. Rayap kasta pekerja.	11
7. Wadah uji metode JIS K 1571-2004.	14
8. Nilai kerapatan contoh uji papan komposit.	18
9. Rata-rata persentase kehilangan berat contoh uji dengan metode JIS K 1571-2004.	20
10. Rata-rata persentase mortalitas rayap dengan metode JIS K 1571-2004.	22
11. Rata-rata persentase kemampuan makan rayap dengan metode JIS K 1571-2004.	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Kerapatan contoh uji komposit	30
2. Kehilangan berat contoh uji komposit	31
3. Mortalitas contoh uji komposit	32
4. <i>Feeding rate</i>	33
5. Analisis data kerapatan komposit	34
6. Analisis data kehilangan berat papan komposit.....	36
7. Analisis data mortalitas rayap	38
8. Analisis data <i>feeding rate</i>	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jumlah hutan di dunia semakin hari semakin berkurang, hal ini karena intensitas penebangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas penanaman. Laju kerusakan hutan di Indonesia mencapai 1.8 juta hektar per tahun (Hidayat 2012). Hal ini menjadi perhatian dunia karena kayu yang berasal dari hutan juga terus berkurang, sedangkan kebutuhan manusia akan produk hasil olahan kayu semakin meningkat. Untuk itu banyak dilakukan penelitian tentang bahan alternatif untuk mensubstitusi kayu untuk membuat produk olahan kayu, salah satunya sawit.

Produk utama dari sawit adalah buahnya yang bisa diolah sehingga menghasilkan minyak sawit. Hasil pengolahan buah sawit tersebut menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Selain tandan kosong kelapa sawit, tanaman sawit yang sudah tidak menghasilkan buah juga akan ditebang dan dimanfaatkan bagian batangnya. Hasil olahan dari tanaman sawit ini bisa berupa *sawn timber* atau papan komposit.

TKKS dapat diolah menjadi papan komposit berupa papan partikel atau papan serat. Sebenarnya setiap bahan berselulosa bisa diolah menjadi papan komposit hanya saja harus dilihat dari potensi bahan tersebut, apakah bisa memenuhi kebutuhan untuk skala pabrik dalam jangka panjang. Tanaman sawit mempunyai potensi yang baik dan dapat tumbuh hampir di semua kondisi, sehingga TKKS dapat diperoleh dengan mudah. Luas perkebunan sawit di Indonesia sekitar 8.4 juta hektar yang menghasilkan 21.3 juta ton minyak sawit dengan potensi TKKS 20 juta ton keadaan basah atau 10 juta ton kering dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi sekitar 41-47 % (Haryono 2012).

Untuk membuat papan komposit salah satu bahan yang dibutuhkan adalah perekat. Perekat berguna untuk menyatukan bahan utama dalam membuat komposit, dan salah satu perekat yang dapat digunakan adalah plastik atau polipropilena. Namun plastik ini merupakan bahan yang *nondegradable* sehingga kurang baik untuk lingkungan. Untuk mengurangi penggunaan polimer plastik

dalam pembuatan papan komposit ini, maka digunakan polimer lain untuk mensubstitusi plastik tersebut.

Salah satu polimer yang dapat digunakan untuk mensubstitusi plastik dalam komposisi papan komposit adalah polimer alam yang kita kenal dengan nama khitosan. Khitosan adalah turunan dari khitin yang bisa diperoleh dari cangkang udang. Khitosan juga diharapkan dapat menjadi bahan pengawet alami dalam papan komposit yang dibuat. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat keawetan komposit polimer khitosan terhadap serangan rayap tanah.

Tujuan

Meningkatkan ketahanan papan komposit yang ramah lingkungan dengan khitosan sebagai bahan substitusi polipropilena.

Manfaat

Membuat papan komposit dari komposisi yang ramah lingkungan dan memiliki tingkat ketahanan yang tinggi. Memanfaatkan limbah kelapa sawit menjadi bahan yang bernilai tinggi.





TINJAUAN PUSTAKA

Papan Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai dua atau lebih elemen yang dipersatukan dengan suatu matriks (Bergland & Rowell 2005). Menurut Younquist (1995), pengembangan produk komposit dimaksudkan untuk mencapai salah satu atau beberapa tujuan, yaitu:

1. Mengurangi biaya bahan baku dengan dengan menggabungkan bahan baku yang murah dan mahal.
2. Mengembangkan produk dari pemanfaatan bahan daur ulang dan produknya sendiri dapat didaur ulang.
3. Menghasilkan produk dengan sifat superior dibandingkan dengan bahan penyusunnya masing-masing (seperti meningkatkan nisbah kekuatan terhadap berat).

Istilah komposit lignoselulosik menggambarkan dua keadaan. Pertama ketika bahan berlignoselulosa berperan sebagai bahan utama dalam komposit, dan keadaan kedua adalah ketika bahan berlignoselulosa berperan sebagai agregat pengisi atau penguat dalam suatu matriks. Apapun skenario yang digunakan, tujuan dari pengembangan komposit lignoselulosik adalah untuk menghasilkan suatu produk dengan sifat yang merupakan gabungan sifat terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Bahan baku komposit lignoselulosik berbasis pertanian dibedakan berdasarkan sumbernya, yaitu yang bersumber dari limbah pertanian, dan tanaman yang menghasilkan serat (English *et al.* 1997).

Menurut Maloney (1993), terdapat sejumlah faktor yang mempengaruhi sifat akhir papan, yaitu: jenis kayu, jenis bahan baku, jenis partikel, jenis perekat, jumlah dan distribusi perekat, penggunaan aditif, kadar air dan distribusi lapik, pelapisan berdasarkan ukuran partikel, pelapisan berdasarkan kerapatan, serta orientasi partikel. Berbagai macam partikel digunakan dalam pembuatan papan partikel, mulai dari partikel berbentuk *strand*, *flake*, sampai *fiber bundles*. Partikel yang ideal untuk kekuatan dan stabilitas dimensi adalah *flake* yang tipis dengan ketebalan yang seragam dan nisbah *slenderness ratio* yang tinggi (Bowyer *et al.* 2003).

Kelapa Sawit

Kelapa sawit dapat tumbuh pada daerah tropika basah sekitar 12 °LU dan 12 °LS pada ketinggian 0 sampai dengan 500 meter di atas permukaan laut. Jumlah curah hujan yang baik adalah 2 000-2 500 mm/tahun, tidak memiliki defisit air, hujan agak merata sepanjang tahun (Lubis 1992). Kelapa sawit dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah seperti podsolik, latosol, regosol, andosol, dan aluvial. Tanah gambut juga dapat ditanami kelapa sawit asalkan ketebalan gambutnya tidak lebih dari satu meter dan sudah tua.

Kelapa sawit juga menghendaki drainase yang baik, tanah yang sering mengalami genangan air umumnya tidak disukai tanaman kelapa sawit karena akarnya membutuhkan banyak oksigen. Drainase yang tidak baik bisa menghambat kelancaran penyerapan unsur hara dan proses nitrifikasi akan terganggu, sehingga tanaman akan kekurangan unsur nitrogen (N). Oleh karena itu drainase tanah yang akan dijadikan perkebunan kelapa sawit harus baik dan lancar, sehingga pada musim hujan tidak tergenang (Sunarko 2007).



Gambar 1 Buah kelapa sawit.

Kelapa sawit dapat tumbuh pada pH 4.0-6.0 namun yang terbaik adalah pada pH 5.0-5.6 tanah yang mempunyai pH rendah dapat ditingkatkan dengan pengapuran namun membutuhkan biaya yang tinggi. Tanah pH rendah ini biasanya dijumpai pada daerah pasang surut terutama tanah gambut (Lubis 1992). Menurut Sunarko (2007) tanaman kelapa sawit dapat tumbuh baik pada suhu 22-23 °C. Keadaan angin tidak terlalu berpengaruh karena tanaman kelapa sawit lebih tahan terhadap angin kencang dibandingkan dengan tanaman lainnya.

Tanaman kelapa sawit dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan dapat diklasifikasikan ke dalam:

Ordo : Palmaes

Famili : Palmae

Subfamili : Cocoidae

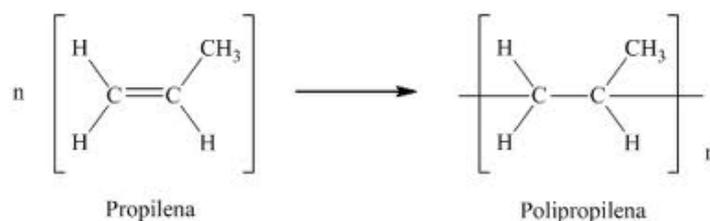
Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis*

Nama ilmiah : *Elaeis guineensis* Jacq.

Polipropilena

Penelitian di Lembaga Politeknik Milan pada tahun 1955, Profesor Natta menemukan bahwa dengan menggunakan katalis Ziegles, polimer khas ruang (*stereospecific*) polipropilena dapat dihasilkan dengan derajat keteraturan tinggi dalam konfigurasi polimernya. Polipropilena termasuk jenis plastik olefin dan merupakan polimer dari propilena. Jenis plastik ini digunakan untuk bagian dalam mesin pencuci, komponen mobil, kursi, tangkai pegangan, keranjang, pipa, isolator listrik, kemasan makanan dan barang (Cowd 1991). Menurut Ulrich (1985) dalam Syafitrie (2001), polipropilena memiliki beberapa nama dagang seperti hostalen dan marlex, sedangkan nama dagang untuk penjualan polipropilena di Indonesia adalah trilene.



Gambar 2 Reaksi polimerisasi propilena menjadi polipropilena.

Plastik yang sering dijumpai berasal dari jenis plastik polietilena, polipropilena, dan polistirena (Massijaya *et al.* 1999). Untuk mengetahui penggunaan plastik secara tepat maka perlu diketahui karakteristik bahan baku yang digunakan. Polipropilena bersifat lebih kaku dan kuat, serta memiliki kekuatan lentur yang lebih tinggi (Klyosov 2007). Menurut Syafitrie (2001),

polipropilena digunakan sebagai pembungkus roti, gantungan baju, ember, botol minuman mineral, dan kemasan untuk kaus kaki.

Menurut Klyosov (2007), polipropilena terbagi menjadi dua jenis, yaitu homopolimer dan kopolimer. Apabila dibandingkan dengan polipropilena kopolimer, jenis homopolimer lebih berbentuk kristal, memiliki titik leleh yang lebih tinggi dan memiliki nilai kekakuan yang lebih besar. Karakteristik polipropilena homopolimer dapat dilihat pada Tabel 1.

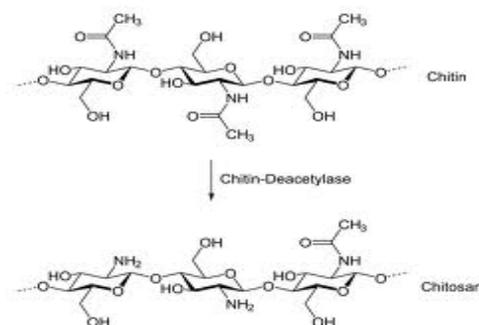
Tabel 1 Karakteristik polipropilena homopolimer

Deskripsi	Polipropilena Homopolimer
Kerapatan (g/cm ³)	0.9 - 0.91
Titik Leleh (°C)	161 – 165
Modulus Lentur (psi)	165 000 - 290 000
Temperatur Transisi Kaca (°C)	-20 - (-18)
Absorpsi Air (%)	< 0.01
Koefisien Panas (1/ °C)	4 - 13 (x 10 ⁻¹⁵)
Koefisien Muai-Renggang (1/ °F)	3.8 - 5.8 (x 10 ⁻⁵)

Sumber: Klyosov (2007).

Khitosan

Khitosan adalah polimer alam dengan rantai panjang glukosamin yang dihasilkan dari deasetilasi khitin dan merupakan salah satu sumber biopolimer yang ada di alam dengan jumlah terbesar kedua setelah selulosa. Khitosan (2-amino-2-deoksi-D-glukan) adalah polisakarida linier dengan susunan acak β-(1-4)- yang menghubungkan D-glukosamin (unit tanpa asetil) dan N-asetil-D-glukosamin (unit asetil). Susunan kimia tersebut adalah bentuk komersial dari khitosan yang dapat dimanfaatkan dalam biomedis (Irawan 2005).



Gambar 3 Gugus kimia khitin dan khitosan.

Khitosan merupakan produk perikanan yang berasal dari limbah udang, kulit kerang, cangkang kepiting, dan cangkang lobster, serta beberapa jenis Crustacea lainnya mengandung lignin dalam jumlah besar, yaitu antara 42-57 %. Khitin adalah senyawa polimer organik yang selanjutnya dapat diproses menjadi khitosan, suatu senyawa poliglukosamin, melalui proses deasetilisasi berpengaruh terhadap rendemen, berat molekul, viskositas, dan kemampuan mekanik dari produk khitosan yang dihasilkan (Sormin *et al.* 2001). Aplikasi beberapa polimer dan oligomer khitosan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Aplikasi beberapa polimer dan oligomer khitosan

Penerapan	Contoh
Pengolahan air	Membersihkan air dari: ion, logam dan pestisida, fenol, protein, radioisotop, PCBs dan bahan pencelup, dan bahan sampah dari pengolahan makanan
Pertanian	Bahan penyubur, antibakteri dan fungisida, pelapis biji-bijian dan buah-buahan, elisitor tanaman
Makanan dan pakan tambahan	Pengurai dan penghilang asam dari buah-buahan dan minuman, penstabil warna, mengurangi reduksi lemak, memperpanjang umur bau yang alami, untuk agen pengontrol tekstur, pengawetan makanan dan antioksidan, pengemulsi, agen pelapis dan penstabil, pakan tambahan ikan, dan preparasi untuk diet
Biomedikal dan <i>pharmaseutical</i>	Pengobatan luka bakar, preparasi kulit buatan, benang penjahit operasi, lensa kontak, membran dialisis darah, pembuluh darah buatan, anti tumor, anti koagulasi darah, antigastritis, haemostatik, hipokolesterolamik dan agen antothrombonik, sistem penyaluran obat dan gen, dan pemeliharaan gigi
Kosmetik	Perawatan kulit dan rambut
Bioteknologi dan kromatografi	Imobilisasi enzim, matrik gel dalam kromatografi afinitas, substrat untuk enzim
Lain-lain	Pelapis kertas, film dan spon, serat buatan

Sumber: Rukayadi 2002.

Sifat-sifat khitosan diantaranya adalah struktur molekulnya tertentu, dalam keadaan cair sensitif terhadap kekuatan ion tinggi, dan daya repulsif antara fungsi amin menurun sesuai fleksibilitas rantai khitosan. Penggabungannya dalam ruang

distabilkan oleh ikatan hidrogen di dalam dan di luar rantai, menghasilkan suatu molekul resisten yang tahan terhadap stres mekanik dan kemampuan mengembangkannya bertambah (Suptijah *et al.* 1992).

Rayap

Rayap merupakan serangga pemakan kayu (*Xylophagus*) dan bahan-bahan yang mengandung selulosa. Rayap dikelompokkan ke dalam tujuh famili yaitu Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodoteritidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, dan Termitidae. Enam famili pertama digolongkan sebagai rayap tingkat rendah dan famili Termitidae sebagai rayap tingkat tinggi. Di dalam usus belakang rayap tingkat rendah terdapat protozoa yang berperan sebagai simbion dalam proses mencerna selulosa. Sedangkan untuk rayap tingkat tinggi peranan protozoa digantikan oleh bakteri (Nandika *et al.* 2003). Menurut Tarumingkeng (2001), pada dasarnya rayap adalah serangga daerah tropika dan subtropika. Namun kini penyebarannya meluas ke daerah beriklim sedang (*temperate*) dengan batas-batas 50 °LU dan 50 °LS. Di daerah tropika rayap dapat ditemukan mulai ketinggian 0 sampai ketinggian 3 000 meter dari permukaan laut.

Menurut Tambunan dan Nandika (1989), di dalam hidupnya rayap mempunyai empat sifat yang khas, yaitu:

1. *Trophalaksis*, yaitu sifat rayap untuk saling menjilat dan melakukan pertukaran makanan melalui anus dan mulut.
2. *Cryptobiotic*, yaitu sifat menyembunyikan diri, menjauhkan diri dari cahaya dan gangguan. Sifat ini tidak berlaku pada rayap yang bersayap.
3. *Cannibalism*, yaitu sifat rayap untuk memakan sesamanya yang telah lemah atau sakit. Sifat ini menonjol dalam keadaan kekurangan makanan.
4. *Necrophagy*, yaitu sifat rayap yang memakan bangkai sesamanya.

Rayap adalah serangga sosial yang hidup dalam suatu komunitas yang disebut koloni dan rayap tidak memiliki kemampuan untuk hidup lebih lama bila tidak berada dalam koloninya (Nandika *et al.* 2003). Satu koloni terbentuk dari sepasang laron (*alates*) betina dan jantan yang memperoleh habitat dari bahan yang berselulosa untuk membentuk sarang utama. Bahkan lebih dari itu, dengan ukuran dan populasinya yang sangat pesat rayap mampu menjangkau dan merusak



beraneka ragam bahan yang menjadi kepentingan manusia seperti karton, kertas, kain, dan plastik. Aktivitas jelajah merupakan bagian dari perilaku rayap untuk mencari sumber makanannya. Pada ruang terbuka aktivitas tersebut ditandai oleh pembentukan liang rayap untuk melindungi aktivitasnya dari cahaya langsung.

Dalam setiap koloni rayap umumnya terdapat tiga kasta yang diberi nama menurut fungsinya masing-masing yaitu kasta reproduktif (raja dan ratu), kasta prajurit, dan kasta pekerja. Tarumingkeng (2000) menyatakan bahwa setiap koloni rayap terdapat tiga kasta sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu:

1. Kasta reproduktif

Kasta reproduktif terdiri dari reproduktif primer dan sekunder. Kasta reproduktif primer merupakan sepasang imago (raja dan ratu) yang semasa hidupnya bertugas menghasilkan telur. Apabila rayap kasta reproduktif mati, sepasang rayap kasta reproduktif sekunder menggantikannya. Pada masa persilangan (*swarming*), rayap kasta reproduktif akan terbang keluar sarang dalam jumlah besar. Masa persilangan merupakan masa perkawinan sepasang imago bertemu menanggalkan sayapnya kemudian mencari tempat baru yang sesuai untuk perluasan koloni.



Gambar 4 Rayap kasta reproduktif.

Menurut Nandika *et al.* (2003), ratu rayap dapat mencapai ukuran panjang 5-9 cm atau lebih. Peningkatan ukuran tubuh ini terjadi karena pertumbuhan ovarium, usus, dan penambahan lemak tubuh. Pembesaran tubuh ini menyebabkan ratu tidak dapat bergerak aktif dan tampak malas. Pekerjaan ratu semasa hidupnya hanya menghasilkan telur, sedangkan makannya dilayani oleh para pekerja. Seekor ratu dapat hidup 6-20 tahun, bahkan

berpuluh-puluh tahun. Seekor ratu rayap dapat menghasilkan ribuan telur (Tarumingkeng 2001).

2. Kasta prajurit

Rayap dari kasta prajurit mudah dikenali dari bentuk kepalanya yang besar dan mempunyai mandibel yang kuat. Dalam koloni, rayap kasta prajurit bertugas untuk melindungi koloninya dari gangguan yang mungkin timbul selama siklus hidup koloni. Rayap kasta prajurit menyerang musuhnya dengan mandibel yang dapat menusuk, mengiris, dan menjepit. Selain menggunakan mandibel untuk menyerang musuh, rayap prajurit juga mengeluarkan cairan hasil sekresi kelenjar frontal atau kelenjar saliva melalui mulut.



Gambar 5 Rayap kasta prajurit.

Rayap tanah kasta prajurit memiliki sebagai berikut: kepala berwarna kuning, antena, labrum, dan pronotum kuning pucat. Antena terdiri dari 15 segmen, segmen kedua dan keempat sama panjangnya. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung di ujungnya, batas antar sebelah dalam dari mandibel sama sekali rata. Bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan (Nandika *et al.* 2003).

3. Kasta pekerja

Rayap kasta pekerja merupakan anggota koloni yang sangat penting dalam koloni rayap. Setiap populasi dalam koloni rayap tidak kurang dari 80 % populasi merupakan kelompok kasta pekerja. Kasta ini umumnya berwarna pucat dengan kutikula hanya sedikit mengalami penebalan sehingga tampak menyerupai nimfa. Kasta pekerja antara lain bertugas memberi makan kepada

seluruh anggota koloni, merawat telur, serta membuat dan memelihara sarang.

Nandika *et al.* (2003) menyatakan bahwa kasta pekerja pula yang memperbaiki sarang bila terjadi kerusakan. Rayap inilah yang sering menghancurkan tanaman, kayu, mebel, dan bahan berselulosa lainnya. Bahkan kadang-kadang mereka memakan rayap lain yang lemah sehingga hanya individu-individu yang kuat saja yang dipertahankan. Semua ini merupakan mekanisme pengaturan keseimbangan kehidupan di dalam koloni rayap.



Gambar 6 Rayap kasta pekerja.

Pembentukan kasta pekerja, prajurit, ratu atau raja dari nimfa muda dikendalikan secara alami oleh bahan kimia yang disebut feromon. Feromon adalah hormon yang dikeluarkan dari kelenjar endokrin, menyebar ke luar tubuh, dan mempengaruhi individu lain yang sejenis (Tarumingkeng 2001). Menurut Tarumingkeng (2000), kemampuan mendeteksi makanan dimungkinkan karena rayap dapat menerima setiap aroma yang esensial bagi kehidupannya melalui lubang-lubang tertentu yang terdapat pada rambut-rambut yang tumbuh di antenanya. Aroma yang dapat dideteksi rayap berhubungan dengan sifat kimiawi feromon itu sendiri.

Rayap tanah merupakan rayap perusak kayu yang paling ganas di Indonesia, hal tersebut dikaitkan dengan aktivitas makan rayap yang memiliki daya cerna selulosa yang cukup tinggi. Jarak jelajah yang dapat ditempuh oleh rayap tanah dalam mencari makanannya sampai 480 meter (Nandika 1995 dalam Suryono 2009). Menurut Yusuf & Utomo (2006), secara umum rayap tanah dapat memakan kayu kira-kira sebanyak 2-3 % dari berat badannya setiap hari. Faktor-



faktor yang mempengaruhi jumlah konsumsinya adalah keadaan lingkungan, ukuran badan, dan besar kecilnya koloni.

Terdapat dua famili rayap tanah di Indonesia, yaitu Rhinotermitidae dan Termitidae. Rayap tanah mudah menyerang kayu sehat atau kayu busuk yang ada di dalam atau di atas tanah lembab, juga dapat membentuk saluran-saluran yang terlindung pada pondasi-pondasi atau penghalang-penghalang lain yang tidak dapat ditembus, serta dapat mendirikan sarang berbentuk seperti menara langsung dari tanah. Saluran-saluran dan menara-menara yang terbuat dari tanah yang halus dan kayu akan dicerna sebagian, kemudian direkatkan bersama dengan ekskresi serangga, memungkinkan rayap tersebut menciptakan kondisi kelembaban dalam kayu yang cocok, karena jika tidak maka kayu akan kering sehingga tahan terhadap serangan dari jenis rayap ini (Hunt & Garratt 1986).

Adapun klasifikasi jenis rayap tanah adalah sebagai berikut:

Kelas: Insekta

Ordo: Blatodea

Famili: Rhinotermitidae

Subfamili: Coptotermitidae

Genus: *Coptotermes*

Spesies: *Coptotermes curvignathus*

Nama ilmiah: *Coptotermes curvignathus* Holmgren





METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2012. Pengujian ketahanan papan komposit dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan, Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah caliper, paralon dengan diameter 3.5 inci dan tinggi 6 cm, jaring plastik, wadah plastik, sudip, timbangan elektrik, oven, *aluminium foil*, desikator, alat tulis, karet gelang, kain hitam, dan kamera.

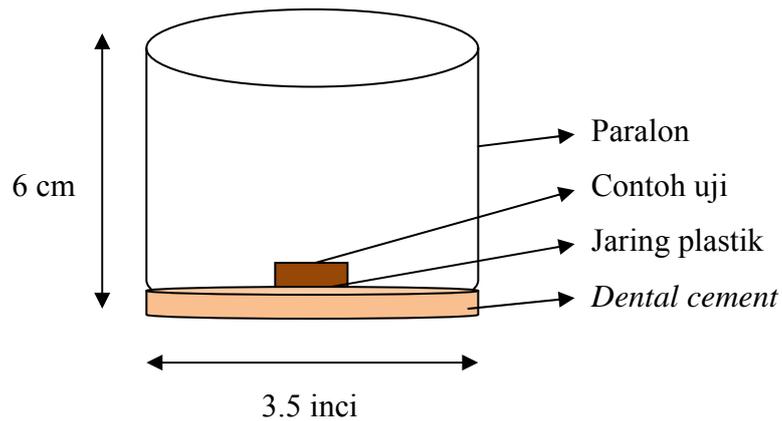
Bahan yang digunakan adalah papan komposit polimer yang memiliki kerapatan 1 g/cm³ dengan persentase kadar khitosan masing-masing 0 %, 20 % dan 40 % dari berat polipropilena yang digunakan dalam pembuatan pada papan komposit, rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) dari kasta pekerja dan kasta prajurit yang sehat dan aktif, *dental cement*, spons, air mineral, dan alkohol.

Persiapan Contoh Uji

Contoh uji papan komposit polimer diperoleh dari UPT BPP Biomaterial LIPI Cibinong lalu dipotong menurut standar ukuran contoh uji untuk metode JIS K 1571-2004 yaitu 2 cm x 2 cm. Contoh uji papan komposit terdiri dari kadar khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % dari berat polipropilena pada komposisi papan komposit, dan dilakukan pengulangan pengujian sebanyak 3 kali untuk masing-masing contoh uji, sehingga terdapat 9 sampel papan komposit. Contoh uji papan komposit tersebut kemudian dimasukkan ke oven selama 48 jam dengan suhu 60±2 °C untuk mendapatkan berat contoh uji sebelum pengujian (W_1).

Persiapan Wadah Uji

Wadah uji terbuat dari paralon dengan dasar berupa *dental cement*, lalu disterilisasi menggunakan alkohol. Contoh uji papan komposit dimasukkan ke wadah uji di atas permukaan *dental cement* yang telah diberi jaring plastik (Gambar 7) pada posisi di tengah wadah.



Gambar 7 Wadah uji metode JIS K 1571-2004.

Kerapatan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kerapatan contoh uji yang digunakan. Sebelumnya contoh uji papan diukur dimensinya menggunakan caliper agar didapat panjang, lebar, dan tebal contoh uji sehingga dapat ditentukan volume contoh uji. Lalu contoh uji dimasukkan ke oven 100 °C selama 24 jam agar diperoleh berat kering tanur papan. Kerapatan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{\text{BKT}}{V}$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan contoh uji (g/cm³)

BKT = Berat kering tanur contoh uji sebelum diumpankan (g)

V = Volume contoh uji sebelum diumpankan (cm³)

JIS K 1571-2004

Setelah contoh uji berada di dalam paralon, 150 ekor rayap kasta pekerja dan 15 ekor rayap kasta prajurit dimasukkan ke dalam wadah uji. Setelah itu paralon ditutup dengan kain hitam dan diikat dengan karet gelang, kemudian paralon-paralon ini ditempatkan dalam wadah besar yang telah diberi alas berupa spons basah. Lalu wadah besar ini disimpan di tempat yang gelap dan lembab selama 3 minggu.

Selama pengujian, kelembaban tetap dijaga dengan menambahkan air pada spons agar tidak kering dan rayap yang mati harus dikeluarkan dari wadah uji agar tidak menyebabkan jamur. Setelah 3 minggu paralon dibongkar dan dilakukan penghitungan jumlah rayap yang masih hidup untuk mengetahui nilai mortalitas rayap. Sedangkan contoh uji dicuci lalu dimasukkan ke oven selama 48 jam dengan suhu 60 ± 2 °C, kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai berat contoh uji setelah pengujian (W_2).

Kehilangan Berat

Hasil pengujian dinyatakan berdasarkan kehilangan berat contoh uji. Kehilangan berat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$WL = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

WL = Kehilangan berat (*Weight Loss*) contoh uji papan (%)

W_1 = Berat kering oven papan sebelum pengujian (gram)

W_2 = Berat kering oven papan setelah pengujian (gram)

Selanjutnya tingkat ketahanan contoh uji berdasarkan indikator kehilangan berat dihitung dari nilai rata-rata keseluruhan contoh uji dengan menggunakan klasifikasi yang dibuat oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah

Kelas	Ketahanan	Kehilangan Berat (%)
I	Sangat tahan	< 3.52
II	Tahan	3.52 - 7.5
III	Sedang	7.5 - 10.96
IV	Buruk	10.96 - 18.94
V	Sangat buruk	18.94 - 31.89

Sumber : SNI 01. 7202 – 2006.

Mortalitas

Mortalitas rayap yang diamati dalam standar ini hanya mortalitas dari rayap kasta pekerja. Mortalitas rayap dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Mort} = \frac{D}{150} \times 100\%$$

Keterangan:

Mort = Mortalitas rayap (%)

D = Jumlah rayap kasta pekerja yang mati (ekor)

150 = Jumlah rayap kasta pekerja pada awal pengujian (ekor)

Feeding Rate

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kemampuan makan rayap (*feeding rate*) untuk setiap papan dengan kadar khitosan yang berbeda. *Feeding rate* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{FR} = \frac{\Delta W}{\left(\frac{R_0 + R_a}{2}\right)} / T$$

Keterangan:

FR = Feeding rate ($\mu\text{g}/\text{ekor}/\text{hari}$)

ΔW = Kehilangan berat contoh uji (μg)

R_0 = Jumlah rayap awal pengujian (ekor)

R_a = Jumlah rayap akhir pengujian (ekor)

T = Lama waktu pengujian (hari)

Analisis Data

Pengolahan data kehilangan berat, mortalitas dan *feeding rate* papan komposit dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2007* dan *SAS 9.1.3 Portable*. Model rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah faktorial RAL (Rancangan Acak Lengkap). Analisis data kehilangan berat, mortalitas dan *feeding rate* papan komposit menggunakan satu faktor, yaitu faktor A (kadar khitosan 0 %, 20 % dan 40 % dai berat polipropilena) yang masing-masing menggunakan 3 kali ulangan. Model umum rancangan percobaan statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- i = kadar khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % dari berat polipropilena
- j = ulangan 1, 2, dan 3
- Y_{ij} = nilai pengamatan pada kadar khitosan ke- i dan ulangan ke- j
- μ = nilai rata-rata pengamatan
- α_i = pengaruh utama kadar khitosan ke- i
- ϵ_{ij} = kesalahan (galat) percobaan pada kadar khitosan ke- i ulangan ke- j

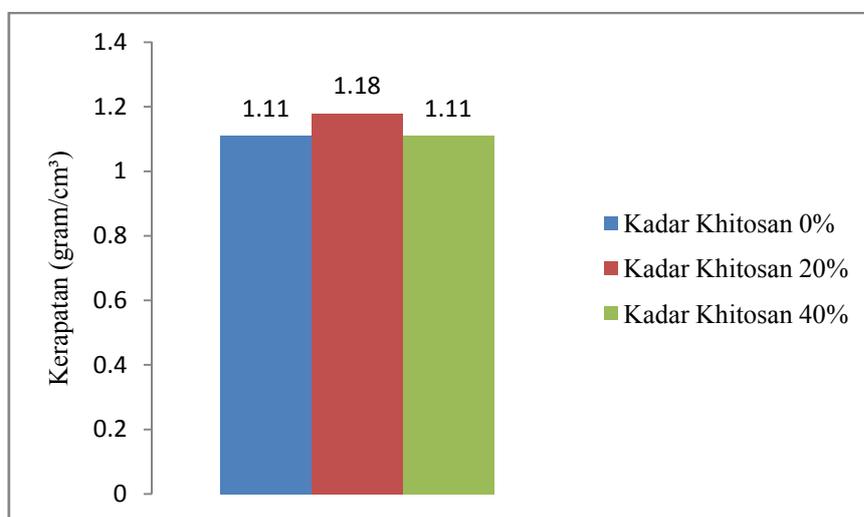
Perlakuan yang dinyatakan berpengaruh terhadap respon dalam analisis statistik, kemudian diuji lanjut dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan program komputer *SAS 9.1.3 Portable*. Pengujian statistik dilakukan pada selang kepercayaan 95 % yaitu kriteria alpha 0.05. Perlakuan dinyatakan berpengaruh nyata apabila *P value* menghasilkan nilai lebih kecil dari alpha. Sedangkan perlakuan dinyatakan tidak berpengaruh nyata apabila *P value* menghasilkan nilai lebih besar dari alpha.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Papan Komposit

Papan komposit dibuat dengan target kerapatan 1 g/cm³, hal ini erat tujuannya dengan aplikasi papan komposit ini pada interior otomotif atau ruangan. Nilai kerapatan yang diperoleh berkisar antara 1.11-1.18 g/cm³. Kerapatan contoh uji dengan kadar khitosan 20 % lebih besar dibandingkan dengan kerapatan pada papan dengan kadar khitosan 0 % dan 40 %. Histogram dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Nilai kerapatan contoh uji papan komposit.

Kerapatan yang paling tinggi terdapat pada contoh uji dengan kadar khitosan 20% yaitu 1.18 g/cm³. Sedangkan untuk contoh uji dengan kadar khitosan 0 % dan 40 % memiliki kerapatan yang sama yaitu 1.11 g/cm³. Hal ini berarti kerapatan papan komposit memenuhi target yang direncanakan pada awal penelitian yaitu 1 g/cm³. Papan komposit ini memiliki kerapatan yang tinggi, hal ini pula yang menjadi pertimbangan bahwa rayap tidak menyukai papan komposit ini. Pada umumnya rayap menyukai kayu dengan kerapatan yang rendah karena lebih mudah untuk dimakan.

Berdasarkan data kerapatan papan komposit yang diperoleh dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh kadar khitosan terhadap kerapatan papan komposit. Hasil pengujian dapat diketahui dari Tabel 4.

Tabel 4 Uji statistik terhadap nilai kerapatan

Faktor	Kerapatan	
	F value	Sign. Level
Kadar khitosan	1.50	0.5000

Pengujian statistik pada selang kepercayaan 95 % yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil tidak signifikan karena $0.5000 > 0.05$, hal ini menunjukkan bahwa pemberian kadar khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kerapatan papan komposit. Hal ini karena khitosan hanya sebagai polimer substitusi polipropilena, sehingga dalam perhitungan bahan baku kedua polimer ini saling melengkapi satu sama lain. Kerapatan target juga telah ditentukan di awal pembuatan papan, sehingga setiap komposisi bahan penyusun papan dihitung sesuai porsinya agar target kerapatan dapat dipenuhi.

Ketahanan Papan Komposit

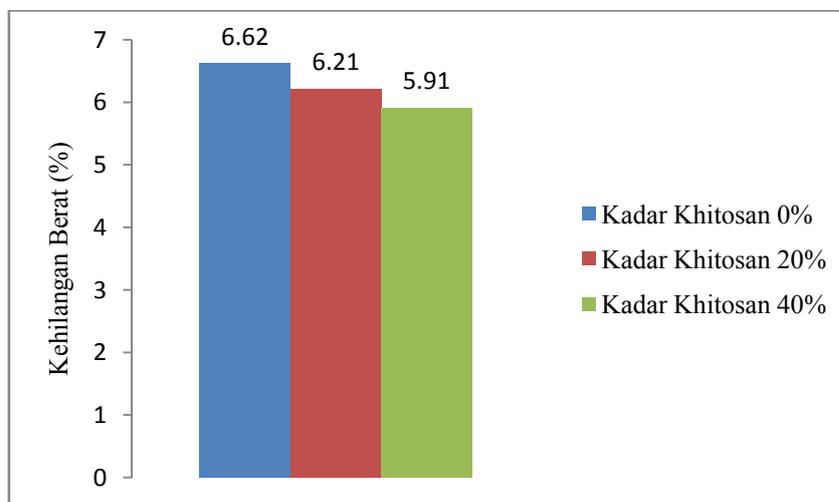
Hasil pengujian persentase kehilangan berat, mortalitas rayap, dan *feeding rate* digunakan untuk mengetahui ketahanan papan komposit berdasarkan pengaruh kadar khitosan pada metode JIS K 1571-2004.

Kehilangan Berat

Kehilangan berat (*weight loss*) merupakan salah satu respon yang diamati karena berkurangnya berat contoh uji akibat aktivitas makan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Nilai persen kehilangan berat contoh uji menggunakan metode JIS K 1571-2004 menghasilkan nilai antara 5.91-6.62 %. Persen kehilangan berat papan komposit dengan kadar khitosan 0 % lebih besar dibanding contoh uji dengan kadar khitosan 40 %. Histogram dapat dilihat pada Gambar 9. Nilai persen kehilangan berat paling besar yaitu 6.62 % terdapat pada papan komposit dengan kadar khitosan 0 % atau papan komposit yang tanpa ditambah khitosan pada pembuatannya. Sedangkan nilai persen kehilangan berat paling kecil yaitu 5.91 % terdapat pada kadar khitosan 40 %. Pada papan



komposit dengan kadar khitosan 20 % memiliki nilai kehilangan berat 6.21 %, nilai ini berada di antara kadar khitosan 0 % dan 40 % pada pengujian.



Gambar 9 Rata-rata persentase kehilangan berat contoh uji dengan metode JIS K 1571-2004.

Berdasarkan data nilai persen kehilangan berat papan komposit yang telah diperoleh menggunakan metode JIS K 1571-2004, dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh kadar khitosan terhadap kehilangan berat contoh uji. Hasil pengujian dapat diketahui dari Tabel 5.

Tabel 5 Uji statistik terhadap nilai kehilangan berat

Faktor	Kehilangan Berat	
	F value	Sign. Level
Kadar khitosan	12.28	0.0076

Pengujian statistik pada selang kepercayaan 95 % yang dilakukan menunjukkan bahwa hasilnya signifikan karena $0.0076 < 0.05$, hal ini menunjukkan bahwa pemberian khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % memberikan pengaruh nyata terhadap kehilangan berat papan komposit. Persen kehilangan berat papan komposit dengan kadar khitosan 0 % lebih besar dibandingkan dengan papan komposit dengan kadar khitosan 40 %. Kadar khitosan 40 % dinyatakan lebih baik karena menghasilkan nilai kehilangan berat lebih kecil. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kehilangan berat karena aktivitas makan rayap dipengaruhi oleh kadar khitosan yang digunakan dalam pembuatan papan komposit.

Nilai persen kehilangan berat dijadikan sebagai faktor untuk mengklasifikasikan ketahanan dan kelas awet suatu kayu menurut standar pengujian SNI 01.7207-2006. Hasil pengujian papan komposit berdasarkan kehilangan beratnya dapat diklasifikasikan ke dalam ketahanan dan kelas awet seperti pada Tabel 6.

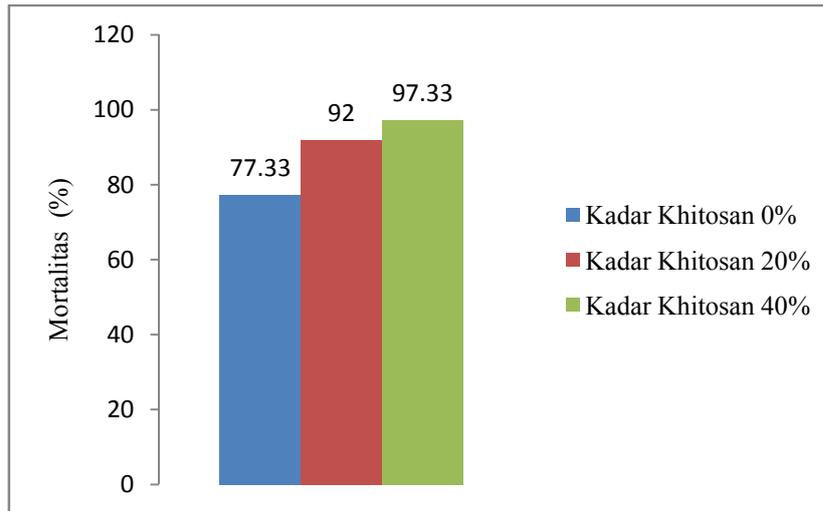
Tabel 6 Klasifikasi ketahanan dan kelas awet komposit

Klasifikasi	Kehilangan Berat Papan Komposit (%)		
	Kadar Khitosan 0 %	Kadar Khitosan 20 %	Kadar Khitosan 40 %
SNI 01.7207-2006	6.62	6.21	5.91
Ketahanan	Tahan	Tahan	Tahan
Kelas Awet	II	II	II

Papan komposit dengan kadar khitosan 0 %, 20 % dan 40 % memiliki klasifikasi yang sama yaitu tahan terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) dengan kelas awet II. Berdasarkan penelitian Arinana *et al.* (2010) yang melakukan pengujian untuk mengetahui tingkat kesukaan makan rayap, memberikan informasi bahwa pulp tidak disukai rayap karena proses pembuatan pulp dengan menggunakan bahan kimia. Sedangkan pada penelitian ini proses pembuatan mikrofibril tandan kosong kelapa sawit menggunakan proses soda dingin dan direndam dalam larutan NaOH 4 %, sehingga untuk papan komposit dengan kadar khitosan 0 % mampu menahan serangan rayap tanah dengan baik, dan apabila ditambah dengan khitosan akan menjadi lebih baik.

Mortalitas Rayap

Mortalitas merupakan salah satu respon yang diamati karena berkurangnya jumlah rayap pada wadah uji akibat adanya pengaruh dari umpan yang diberikan baik itu bahan pengawet ataupun komposisi dari papan komposit. Nilai persen mortalitas rayap menggunakan metode JIS K 1571-2004 menghasilkan nilai antara 77.33-97.33 %. Persen mortalitas rayap pada contoh uji dengan kadar khitosan 40 % lebih besar dibanding mortalitas rayap pada contoh uji dengan kadar khitosan 0 %. Histogram dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Rata-rata persentase mortalitas rayap dengan metode JIS K 1571-2004.

Nilai persen mortalitas rayap paling besar yaitu 97.33 % terdapat pada papan komposit dengan kadar khitosan 40 %. Sedangkan nilai persen mortalitas rayap paling kecil yaitu 77.33 % terdapat pada papan komposit dengan kadar khitosan 0 %. Pada papan komposit dengan kadar khitosan 20 % memiliki nilai mortalitas rayap 92 %, nilai ini berada diantara kadar khitosan 0 % dan 40 % pada pengujian.

Berdasarkan data nilai mortalitas rayap papan komposit yang telah diperoleh menggunakan metode JIS K 1571-2004, dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh kadar khitosan terhadap mortalitas rayap. Hasil pengujian dapat diketahui dari Tabel 7.

Tabel 7 Uji statistik terhadap nilai mortalitas rayap

Faktor	Mortalitas	
	F value	Sign. level
Kadar khitosan	4.11	0.0753

Pengujian statistik pada selang kepercayaan 95 % yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil tidak signifikan karena $0.0753 > 0.05$, hal ini menunjukkan bahwa pemberian kadar khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas rayap. Walau pada uji statistik memberikan pengaruh yang tidak nyata, namun jika dilihat dari histogram terdapat kecenderungan semakin tinggi kadar khitosan pada papan komposit maka

tingkat mortalitas rayap juga semakin tinggi meskipun perbedaannya tidak begitu signifikan.

Khitosan diduga mempengaruhi sistem pencernaan rayap dan aktivitas protozoa dalam usus rayap. Lalu jika memperhatikan sifat kanibalisme rayap yang masih hidup memangsa rayap yang mati, akibatnya papan komposit yang tidak dapat terdegradasi oleh tubuh rayap yang mati masuk ke dalam perut rayap yang masih hidup, hal ini menyebabkan rayap tersebut ikut mati.

Selain kandungan khitosan yang mempengaruhi sistem pencernaan rayap, papan komposit juga terbuat dari mikrofibril TKKS. Mikrofibril TKKS diperoleh dengan cara memasak chip TKKS menggunakan proses soda dingin yang menggunakan bahan kimia NaOH. Selain kandungan bahan kimia, papan komposit juga mengandung polipropilena yang tidak disukai rayap sehingga menghambat aktivitas makan rayap. Inilah yang membuat papan komposit memiliki tingkat mortalitas yang tinggi meskipun tidak diberi khitosan.

Feeding Rate

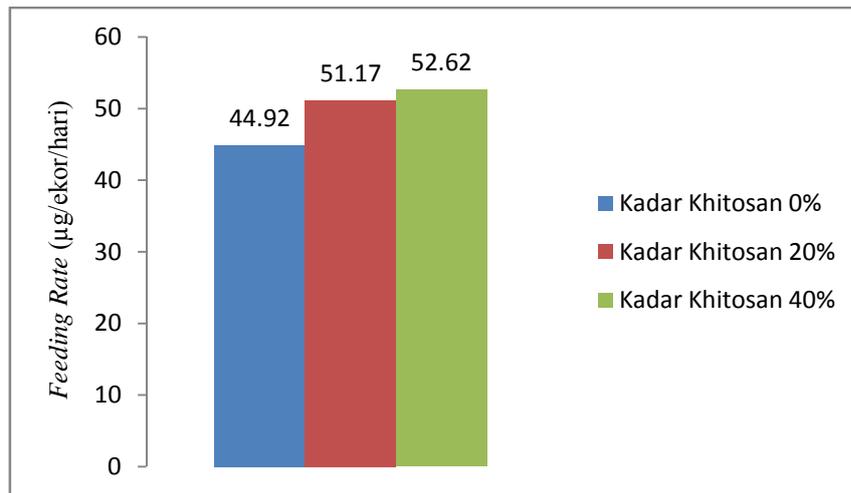
Supriana (1983) menjelaskan tentang perilaku makan rayap yang berbeda di alam dan di laboratorium. Di alam rayap bebas memilih sendiri lingkungan yang paling sesuai untuk hidupnya, dalam hal ini rayap mempunyai banyak pilihan. Sebaliknya di laboratorium lingkungan tersebut telah dibuat oleh manusia, dalam hal seperti ini rayap dihadapkan pada keadaan tunggal atau terpaksa. Dalam keadaan terpaksa rayap akan memakan bahan yang diberikan.

Mekanisme pola makan rayap yaitu pada mulanya rayap akan melakukan penyesuaian diri dengan lingkungannya. Rayap yang mampu menyesuaikan diri akan tetap hidup dan mulai memakan bahan makanan yang ada, dan akan terus memakannya apabila terasa cocok. Jika rayap tidak mendapat bahan makanan yang cocok, maka rayap akan memilih untuk tidak makan sampai suatu saat akan dibunuh dan dimakan oleh rayap-rayap yang lebih aktif. Kemampuan makan rayap (*feeding rate*) dinyatakan dalam mikrogram (μg) per ekor per hari.

Kemampuan makan rayap pada metode JIS K 1571-2004 menghasilkan nilai antara 44.92-52.62 μg /ekor/hari. Kemampuan makan rayap pada papan komposit dengan kadar khitosan 40 % lebih tinggi dibanding contoh uji dengan



kadar khitosan 0 %. Kemampuan makan rayap paling tinggi yaitu 52.62 $\mu\text{g}/\text{ekor}/\text{hari}$ terdapat pada papan komposit dengan kadar khitosan 40 %. Sedangkan kemampuan makan rayap paling rendah yaitu 44.92 $\mu\text{g}/\text{ekor}/\text{hari}$. Pada papan komposit dengan kadar khitosan 20 % memiliki kemampuan makan rayap 51.17 $\mu\text{g}/\text{ekor}/\text{hari}$. Histogram dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Rata-rata persentase kemampuan makan rayap dengan metode JIS K 1571-2004.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh kadar khitosan terhadap kemampuan makan rayap. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Uji statistik terhadap kemampuan makan rayap

Faktor	Feeding Rate	
	F value	Sign. level
Kadar khitosan	4.50	0.0641

Pengujian statistik pada selang kepercayaan 95 % yang dilakukan, menunjukkan bahwa hasil tidak signifikan karena $0.0641 > 0.05$, hal ini menunjukkan bahwa pemberian kadar khitosan 0 %, 20 %, dan 40 % tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan makan rayap. Berdasarkan data yang diperoleh kemampuan makan rayap berbanding lurus dengan kehilangan berat papan komposit. Tingginya kemampuan makan rayap ini karena jumlah rayap yang hidup pada akhir pengujian sangat sedikit, bahkan ada beberapa contoh uji yang tidak menyisakan satu ekor pun rayap pada akhir

pengujian sehingga jumlah pembagi pada perhitungan kemampuan makan rayap menjadi tinggi.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa khitosan sebagai bahan substitusi polipropilena dapat meningkatkan ketahanan papan komposit terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Berdasarkan SNI 01.7207-2006 papan komposit termasuk dalam kelas awet II yaitu kategori tahan.

Saran

Perlu dilakukan pengujian dalam skala lapang agar diketahui tingkat ketahanan papan komposit di alam bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinana, Haneda NF, Rismayadi Y. 2010. Eating termites palatability of some composition baiting as media life nematodes entomopathogen. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia XIII; Bali, 10-11 Nov 2010. Bali: Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. Halaman 321-326.
- Bergland L, Rowell RM. 2005. *Wood Composites*. Di dalam: Rowell RM, editor. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Florida: CRC Press. Halaman 279-301.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. *Forest Products and Wood Science: An Introduction 4th Edition*. Iowa: Iowa State Press.
- Cowd MA. 1991. *Kimia Polimer*. Harry Firman, penerjemah. Institut Teknologi Bandung.
- English B, Chow P, Bajwa DS. 1997. *Processing into Composites*. Di dalam: Rowell RM, Young RA, Rowell JK, editor. *Paper and Composites from Agro-Based Resources*. Florida: CRC Press. Halaman 269-299.
- Haryono A. 2012. Ubah sawit jadi bioetanol [internet]. [diacu 30 September 2012]. Tersedia dari: <http://www.ciputraentrepreneurship.com>.
- Hidayat R. 2012. Laju kerusakan hutan di Indonesia mengkhawatirkan [internet]. [diacu 30 April 2012]. Tersedia dari: <http://www.padangmedia.com>.
- Hunt GM, Garratt GA. 1986. *Pengawetan Kayu*. Mohamad Jusuf, penerjemah. Soenardi P, editor. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Irawan B. 2005. Chitosan dan aplikasi klinisnya sebagai biomaterial. *Indonesian Journal of Dentistry* Vol. 12 No.3: 146-151.
- [JIS] Japanese Industrial Standard. 2004. Test Methods for Determining the Effectiveness of Wood Preservatives and Their Performance Requirement. JIS K 1571-2004.
- Klyosov A. 2007. *Wood Plastic Composite*. United States of America: Wiley-Interscience.
- Lubis, UA. 1992. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Bandar Kuala, Pematang Siantar.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Edisi Revisi. San Francisco: Miller Freeman Inc.
- Massijaya MY, Hadi YS, Tambunan B, Bakar ES, Sunarni I. 1999. Studi pembuatan papan partikel dari limbah kayu dan plastik polisirene. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan* XII (2): 29-36.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Rukayadi Y. 2002. Khitin deasetilase dan pemanfaatannya. *Hayati* 9 (4): 130-134.

- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu terhadap Organisme Perusak Kayu. Badan Standardisasi Nasional. SNI 01.7207-2006.
- Sormin RBD, Winarno FG, Heruwati ES, Assik AN. 2001. Rendemen, Sifat Fisiokimia, dan Aplikasi Khitosan dari Limbah Beberapa Jenis Udang. Fakultas Perikanan. Universitas Gadjah Mada. 3 (1): 09-16.
- Sunarko. 2007. Petunjuk Praktis Budidaya dan Pengolahan Kelapa Sawit. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Supriana N. 1983. Ekologi Rayap Perusak Kayu. Prosiding Pertemuan Ilmiah Pengawetan Kayu. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Suptijah P, Salamah E, Sumaryanto H, Purwaningsih S, Santoso J. 1992. Pengaruh Berbagai Metode Isolasi Khitin Kulit Udang Terhadap Mutunya. Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Suyono A. 2009. Asap cair tempurung kelapa sebagai bahan pengawet kayu karet dari serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Syafitri C. 2001. Analisis aspek sosial ekonomi pemanfaatan limbah plastik [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Tambunan B, Nandika D. 1989. Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tarumingkeng RC. 2000. Biologi dan Pengenalan Rayap Perusak Kayu di Indonesia. Bogor: Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 133.
- Tarumingkeng RC. 2001. Biologi dan perilaku rayap. Terhubung berkala: http://tumoutou.net/dethh/1_forest_product_det.htm. [15 April 2012].
- Younquist JA. 1995. Unlikely partners? The marriage of wood and nonwood materials. *Forest Products Journal* 45 (10): 25-39.
- Yusuf S, Utomo S. 2006. Hama Pemukiman Indonesia: Pengenalan, Biologi dan Pengendalian. Bogor: Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor.





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kerapatan contoh uji komposit

Kadar Khitosan (%)	Ulangan ke-	Berat Contoh Uji (g)	Volume (cm ³)	Kerapatan (g/cm ³)	Rata-rata Kerapatan (g/cm ³)
0	1	1.307	1.17	1.11	1.11
	2	1.311	1.17	1.12	
	3	1.307	1.18	1.11	
20	1	1.387	1.14	1.22	1.18
	2	1.394	1.18	1.18	
	3	1.392	1.21	1.15	
40	1	1.455	1.30	1.12	1.11
	2	1.450	1.33	1.09	
	3	1.408	1.25	1.12	

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2 Kehilangan berat contoh uji komposit

Kadar Khitosan (%)	Ulangan ke-	W1 (gram)	W2 (gram)	Persentase Kehilangan Berat (%)	Rata-rata Persentase Kehilangan Berat (%)
0	1	1.307	1.220	6.66	6.62
	2	1.311	1.223	6.71	
	3	1.307	1.222	6.50	
20	1	1.387	1.298	6.42	6.21
	2	1.394	1.308	6.17	
	3	1.392	1.308	6.03	
40	1	1.455	1.372	5.70	5.91
	2	1.450	1.364	5.93	
	3	1.408	1.322	6.11	

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Lampiran 3 Mortalitas contoh uji komposit

Kadar Khitosan (%)	Ulangan ke-	Rayap Hidup (ekor)	Rayap Mati (ekor)	Mortalitas (%)	Rata-rata Mortalitas (%)
0	1	39	111	74	77.33
	2	26	124	82.67	
	3	37	113	75.33	
20	1	36	114	76	92
	2	0	150	100	
	3	0	150	100	
40	1	0	150	100	97.33
	2	0	150	100	
	3	12	138	92	

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 4 *Feeding rate*

Kadar Khitosan (%)	Ulangan ke-	<i>Feeding Rate</i> (µg/ekor/hari)	Rata-rata <i>Feeding Rate</i> (µg/ekor/hari)
0	1	43.84	44.92
	2	47.62	
	3	43.29	
20	1	45.57	51.17
	2	54.60	
	3	53.33	
40	1	52.70	52.62
	2	54.60	
	3	50.56	

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5 Analisis data kerapatan komposit

The SAS System 07:51 Thursday, May 30, 2012 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
perlakuan	3	1 2 3

Number of Observations Read	4
Number of Observations Used	4

The SAS System 07:51 Thursday, May 30, 2012 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: respon

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.5000000	0.7500000	1.50	0.5000
Error	1	0.5000000	0.5000000		
Corrected Total	3	2.0000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	respon Mean
0.750000	35.35534	0.707107	2.000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	1.5000000	0.7500000	1.50	0.5000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	1.5000000	0.7500000	1.50	0.5000

The SAS System

07:51 Thursday, May 30, 2012 3

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for respon

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	1
Error Mean Square	0.5
Harmonic Mean of Cell Sizes	1.2

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	11.60	8.898

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	perlakuan
A	3.0000	1	3
A	2.0000	1	2
A	1.5000	2	1



Lampiran 6 Analisis data kehilangan berat papan komposit

The SAS System 20:02 Thursday, April 5, 2012 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
perlakuan	3	1 2 3
Number of Observations Read		9
Number of Observations Used		9

The SAS System 20:02 Thursday, April 5, 2012 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: respon

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.76375556	0.38187778	12.28	0.0076
Error	6	0.18660000	0.03110000		
Corrected Total	8	0.95035556			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	respon Mean
0.803652	2.822634	0.176352	6.247778

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	0.76375556	0.38187778	12.28	0.0076

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	0.76375556	0.38187778	12.28	0.0076

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for respon

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.0311

Number of Means	2	3
Critical Range	.3523	.3652

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	perlakuan
A	6.6233	3	1
B	6.2067	3	2
B	5.9133	3	3



Lampiran 7 Analisis data mortalitas rayap

The SAS System 20:42 Thursday, April 5, 2012 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
perlakuan	3	1 2 3

Number of Observations Read	9
Number of Observations Used	9

The SAS System 20:42 Thursday, April 5, 2012 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: respon

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	643.555556	321.777778	4.11	0.0753
Error	6	470.271133	78.378522		
Corrected Total	8	1113.826689			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	respon Mean
0.577788	9.959810	8.853165	88.88889

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	643.555556	321.777778	4.11	0.0753

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	643.555556	321.777778	4.11	0.0753



The SAS System

20:42 Thursday, April 5, 2012 3

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for respon

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	78.37852

Number of Means	2	3
Critical Range	17.69	18.33

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	perlakuan
A	97.333	3	3
A			
B A	92.000	3	2
B			
B	77.333	3	1



Lampiran 8 Analisis data *feeding rate*

The SAS System 19:30 Thursday, May 10, 2012 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
perlakuan	3	1 2 3

Number of Observations Read 9

Number of Observations Used 9

The SAS System 19:30 Thursday, May 10, 2012 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: respon

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	100.5160222	50.2580111	4.50	0.0641
Error	6	67.0741333	11.1790222		
Corrected Total	8	167.5901556			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	respon Mean
0.599773	6.745318	3.343504	49.56778

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	100.5160222	50.2580111	4.50	0.0641

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
perlakuan	2	100.5160222	50.2580111	4.50	0.0641

The SAS System

19:30 Thursday, May 10, 2012 3

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for respon

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	11.17902

Number of Means	2	3
Critical Range	6.680	6.923

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	perlakuan
A	52.620	3	3
A			
B A	51.167	3	2
B			
B	44.917	3	1

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

