

## Pembuatan Kertas Anti Rayap Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Ekstrak Daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum*)

Mochammad Hadi

Laboratorium Ekologi dan Biosistemik, Jurusan Biologi FMIPA Undip

### Abstrak

Jumlah kertas yang dibutuhkan oleh masyarakat dunia, memacu industri kertas untuk meningkatkan produksinya. Hal ini mengakibatkan timbulnya masalah berupa penebangan pohon untuk pembuatan kertas, dimana dalam industri kertas selalu melakukan proses *bleaching* (penggunaan bahan pemutih) serta penggunaan timbal dalam pembuatan kertas yang tahan terhadap serangga (rayap), tetapi kertas yang mengandung timbal mempunyai toksisitas tinggi sehingga tidak baik untuk kesehatan tubuh manusia. Cara yang paling efektif adalah melakukan proses daur ulang kertas anti rayap dengan menggunakan pestisida botani. Tumbuhan tersebut adalah tumbuhan kirinyuh (*Eupatorium odoratum*) yang memiliki kandungan *sesquiterpen* mampu mengendalikan tingkat mortalitas pada rayap. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui, mengkaji toksisitas dan sifat antimakan ekstrak daun kirinyuh sebagai bahan pengendali rayap pemakan kertas, serta mengetahui tingkat konsentrasi ekstrak daun kirinyuh yang efektif sebagai bahan pengendali rayap. Cara kerja yang dilakukan adalah dengan Pembuatan ekstrak daun Kiriyu (*Eupatorium odoratum*), yang di masukan pada saat pembuatan kertas. Pada uji toksisitas, uji pendahuluan untuk menentukan LC5 dan LC90 konsentrasi yang digunakan yaitu 0, 0.5, 1, 2, 4 dan 8 persen (b/v). Hewan uji yang digunakan pada uji pendahuluan sebanyak 20 ekor dengan satu kali ulangan. Uji pendahuluan digunakan sebagai acuan untuk uji sesungguhnya. Uji sesungguhnya yaitu uji untuk menentukan konsentrasi yang efektif (LC50), konsentrasi yang digunakan yaitu 0, 0.76, 1.15, 1.74, 2.63, 3.95 persen (b/v). Hewan uji yang digunakan pada uji sesungguhnya sebanyak 15 ekor dengan 3 kali ulangan. Nilai mortalitas rayap dianalisis dengan menggunakan analisis probit. Hasil penelitian konsentrasi ekstrak daun kiriyuh yang efektif untuk mengendalikan rayap yang membunuh 50 % hewan uji (LC-50) yaitu pada konsentrasi 2.50 persen. Pada LC-50 menunjukkan bahwa ekstrak daun kiriyuh bersifat toksik dan pada konsentrasi 2.50% efektif memberikan pengaruh mortalitas terhadap rayap *Coptotermes*

**Kata kunci :** Kertas, *Coptotermes sp.*, Ekstrak daun kiriyuh, *Eupatorium Odoratum*

### PENDAHULUAN

Sampai saat ini kertas masih dipercaya sebagai bahan yang paling efektif dan efisien untuk media buku. Besarnya jumlah kertas yang dibutuhkan oleh masyarakat dunia, memacu industri kertas untuk meningkatkan produksinya. Hal ini mengakibatkan timbulnya masalah berupa penebangan pohon untuk pembuatan kertas dimana dalam industri kertas selalu melakukan proses *bleaching* (penggunaan bahan pemutih). Dari permasalahan inilah timbul kreativitas untuk mengurangi kuantitas limbah kertas dengan proses daur ulang kertas. Selain mampu mengurangi tingkat pencemaran lingkungan, aktivitas daur ulang kertas menghasilkan kertas daur ulang yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi.

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat. Serat yang digunakan biasanya adalah serat alami, dan mengandung selulosa. Kertas merupakan bahan yang sering dipakai dan selalu berhubungan dengan manusia. Setidaknya sampai saat ini kertas masih dipercaya sebagai bahan yang paling efektif dan efisien sebagai media buku (Anonim, 2005).

Faktanya, kertas bukanlah bahan yang terbaik (tanpa cacat). Karena terbuat dari bahan organik (serat kayu), kertas sangat rawan busuk, basah, mudah terbakar, dan berjamur. Daur ulang kertas adalah kegiatan peleburan kertas yang sudah tidak terpakai menjadi kertas yang baru. Dengan mendaur ulang kertas berarti melakukan usaha untuk mengurangi sampah kertas, mengurangi

penebangan pohon untuk kertas, dan membiasakan untuk memisahkan sampah (Anonim, 2005).

Menurut Dan dan Peng-peng (1998), di China tradisi pembuatan kertas anti serangga (rayap) menggunakan timbal merah. Di New York pun kertas yang digunakan juga mengandung timbal merah. Timbal merah mempunyai toksisitas tinggi sehingga tidak baik untuk kesehatan tubuh manusia.

Masalah klasik yang dihadapi adalah kerusakan kertas oleh serangga (rayap). Sebenarnya sejak dahulu kertas yang anti rayap sudah ada tetapi bahan yang digunakan tidak ramah lingkungan karena mengandung timbal. Timbal merupakan senyawa yang toksisitasnya sangat tinggi sehingga tidak baik bagi tubuh manusia, padahal kertas selalu berhubungan dengan manusia. Keadaan tersebut memaksa para peneliti untuk mencari dan menemukan jenis insektisida alternatif yang aman bagi organisme bukan sasaran dan tidak merusak lingkungan.

Salah satu tumbuhan yang dianggap mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai insektisida adalah tumbuhan kirinyuh (*Eupatorium odoratum*). Tumbuhan *E. odoratum* berasal dari Amerika selatan di Indonesia tumbuh dengan baik pada ketinggian 200 – 1800m. dpl. Secara ekologi, kirinyuh dianggap sebagai tumbuhan pengganggu. Di tanah yang tidak subur sering tumbuh banyak sekali (Grainge & Ahmed, 1988).

Tumbuhan ini merupakan perdu yang tumbuh tegak dan bercabang banyak. Tinggi tumbuhan *E. odoratum* 2-6 m. Diameter batang *E. odoratum* sekitar 2 cm (Heyne, 1987). Daun tunggal, berhadapan, bulat telur, tepi bergerigi, ujung dan pangkal runcing, permukaan berbulu halus pertulangan menyirip, berwarna hijau muda dengan panjang 4-5 cm dan lebar 1-1,5 cm, serta bertangkai pendek. Bunga majemuk, malai, tumbuh di ujung batang, kelopak bentuk lonceng dan mahkota bunga berbentuk jarum. Buah kecil, berbulu coklat kehitaman dengan biji berbentuk jarum, kecil dan berwarna hitam (Departemen Kesehatan, 2006).

Selama ini, tanaman kirinyuh (*E. odoratum*) yang merupakan tanaman liar dan mudah ditemui di sekitar kita, belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan pengendali biologi.

Pada penelitian sebelumnya Harto (1998) menyatakan kandungan *sesquiterpen* pada daun nimba efektif terhadap tingkat mortalitas rayap. Daun *E. odoratum* memiliki kandungan yang sama *sesquiterpen* diharapkan mampu mengendalikan tingkat mortalitas pada rayap. Dari potensi kirinyuh sebagai insektisida, dapat dijadikan sebagai pengendali rayap (*Coptotermes* sp.) yang ramah lingkungan.

Menurut Hadi, dkk (2000), bahwa dalam ekstrak daun *Eupatorium odoratum* terdapat 66% senyawa monoterpene dan 28% sesquiterpene. Selain itu, kirinyuh juga mengandung 11-17%  $\alpha$ -pinene, 12,5-24,8% cymene, serta 10,6% thymyl acetate.

Tiga famili rayap perusak kayu dan menyerang bangunan (yang dianggap sebagai hama), yaitu famili Kalotermitidae, Rhinotermitidae dan Termitidae. Kalotermitidae diwakili oleh *Neotermes tectonae* (hama pohon jati) dan *Cryptotermes* spp. (rayap kayu kering); Rhinotermitidae oleh *Coptotermes* spp dan *Schedorhinotermes*, sedangkan Termitidae oleh *Macrotermes* spp., *Odontotermes* spp. dan *Microtermes* sp (Tarumingkeng, 2001).

*Coptotermes* merupakan genus yang terbesar dari famili Rhinotermitidae. *Coptotermes* merupakan satu - satunya genus dari sub famili *Coptotermitinae* yang tersebar di daerah tropik. Di daerah tropik banyak terdapat di daerah dataran rendah yang bercurah hujan tinggi. Fenomena ini menunjukkan bahwa rayap jenis ini memerlukan kelembaban yang cukup tinggi (Tarumingkeng, 2001).

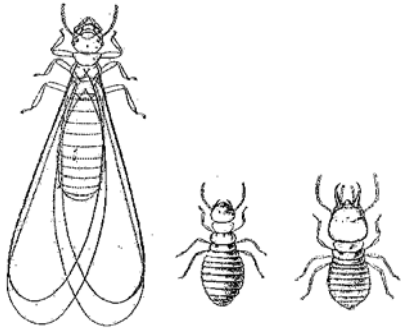
Permasalahan yang muncul adalah mampukah ekstrak daun kirinyuh yang diduga sebagai insektisida biologi berperan sebagai pengendali rayap pemakan kertas. Pada konsentrasi berapa ekstrak daun kirinyuh efektif menyebabkan mortalitas rayap.

Tujuan penelitian adalah mengetahui serta mengkaji toksisitas dan sifat antimakan ekstrak daun kirinyuh sebagai bahan pengendali rayap pemakan kertas. Mengetahui tingkat konsentrasi ekstrak daun kirinyuh yang efektif sebagai bahan pengendali rayap.

Luaran dari program ini adalah dihasilkannya kertas yang tahan terhadap rayap dengan menggunakan ekstrak kiriyuh pada konsentrasi yang optimum.



Gambar 1. *Eupatorium odoratum* (kirinyuh)



Gambar 2. Kasta Rayap tanah *Coptotermes*.

## BAHAN DAN METODE

### Pembuatan ekstrak kasar daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum*)

Daun kirinyuh (*Eupatorium odoratum*) yang diperoleh berasal dari wilayah sekitar Tembalang, Semarang. Daun – daun tersebut dibersihkan dari kotoran yang ikutan dan dipisahkan dari batang kemudian dikering-anginkan agar senyawa metabolit sekundernya tidak rusak karena terdedah oleh sinar matahari langsung (Harborne, 1987). Daun yang telah kering dihancurkan dengan blender dan diayak sehingga diperoleh serbuk halus.

Serbuk daun kirinyuh di maserasi dengan menambahkan pelarut organik Alkohol 96% selama 3-4 hari pada suhu kamar (Harborne, 1987). Ekstaksi merupakan proses perendaman sampel dengan pelarut organik yang digunakan pada temperatur ruangan (Darwis, 2000 dalam Lenny, 2006). Hasil dari maserasi ditampung

dalam erlenmeyer. Tahapan maserasi ini diulang sampai diperoleh senyawa yang ada dapat larut dalam pelarut (Sudrajat dan Kartika, 2003). Maserat diuapkan sehingga diperoleh ekstrak kental.

### Pembuatan Kertas Uji

Formula pembuatan kertas uji dengan komposisi yang terdiri dari kertas bekas A4 dengan berat 100 gram, air 2 liter sebagai pelarut, dan kanji 30 gram sebagai perekat kertas. Tahapan dalam pembuatan kertas uji antara lain :

1. Kertas bekas yang akan didaur ulang dengan berat 100 gr disobek kecil-kecil dan direndam di dalam ember dengan air selama 2 jam.
2. Kertas lunak digiling dengan blender hingga menjadi bubur kertas.
3. Bubur kertas ditempatkan di bak dan ditambah 30 gr tepung kanji.
4. Ekstrak daun kirinyuh ditambah Tween 80 dimasukkan pada campuran bubur kertas. Penambahan tween 80 sebagai reagen agar ekstrak dapat larut dalam air. Pada tween 80 digunakan secukupnya sampai ekstrak kirinyuh larut dalam air
5. Screen dimasukkan ke dasar bak, bubur kertas dalam bak diaduk, lalu screen diangkat pelan.
6. Bubur kertas yang tercetak di atas screen ditutup dengan kain penutup, lalu diletakkan terbalik pada kain penyerap. Bagian dalam screen ditekan dengan sponge untuk menyerap air.
7. Bubur kertas yang telah tercetak dikeringkan dengan mengangin-anginkannya.

### Media uji

Rayap tanah (*Coptotermes sp*) di koleksi dari arboretum sekitar Kampus Universitas Diponegoro dengan cara mengambil langsung dari habitatnya menggunakan kuas kemudian dimasukan kedalam ember kecil (diameter 12 cm, tinggi 5 cm). Pengambilan rayap sebagai hewan uji dilakukan sehari sebelum pengujian, hal ini diharapkan agar rayap dapat menyesuaikan diri dengan habitat baru (media uji).

Tanah sebagai media uji diambil disekitar habitat aslinya. Tanah tersebut kemudian dihaluskan dan dipisahkan dari bahan-bahan

organik (selulosa) maupun anorganik. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan senyawa selulosa sebagai sumber nutrisinya pada media uji. Kemudian disterilisasi dengan di autoklaf selama 15 menit. Hal ini dilakukan agar pada media uji diharapkan terhindar dari sumber mikroorganisme pengganggu pada rayap.

Media uji dimasukan kedalam stoples plastik bening dengan diameter 12 cm dan tinggi 6 cm. Volume media uji sekitar seperempat dari volume stoples, dengan kelembaban 90-95%.

## Uji Toksisitas Ekstrak Kirinyuh terhadap Mortalitas Rayap

### a. Uji Pendahuluan

Dilakukan untuk menentukan konsentrasi ambang bawah ( $LC_5$ ) yaitu konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 5% hewan uji dan ambang atas ( $LC_{90}$ ) konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas sebanyak 90% hewan uji. Kisaran  $LC_5$  dan  $LC_{90}$  ditentukan dengan ditetapkan lima tingkat konsentrasi perlakuan dari ekstrak yang akan diuji ditambah satu perlakuan kontrol, sehingga jumlah keseluruhan perlakuan adalah enam dengan diulang satu kali. Jumlah hewan uji tiap perlakuan sebanyak 20 ekor. Pada uji pendahuluan untuk ekstrak daun Kirinyuh konsentrasi yang digunakan 0%; 0,5%; 1%; 2%; 4% dan 8% (b/v)

### b. Uji Sesungguhnya

Lima tingkatan konsentrasi perlakuan ditentukan berdasar pada uji pendahuluan ditambah satu perlakuan kontrol, sehingga total perlakuan keseluruhannya enam dengan diulang tiga kali tiap perlakuan. Jumlah hewan uji tiap perlakuan sebanyak 15 ekor dengan waktu pengamatan racun kontak 6, 12,...72 jam. Dipersiapkan stoples diameter 12 cm yang bersih beserta tutupnya sebagai tempat uji yang telah diisi media uji (tanah). Diambil beberapa lembar kertas hasil daur ulang kemudian dimasukkan ke dalam stoples. Rayap yang telah dipersiapkan kemudian dimasukkan ke dalam stoples sebanyak 15 ekor setiap stoples. Stoples diletakkan di tempat dengan kelembaban 90-95% dan suhu kamar. Mortalitas

hewan uji diamati setiap 6 jam setelah aplikasi. Pengamatan dihentikan setelah 72 jam.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah mortalitas rayap yang berdasarkan banyaknya rayap tanah yang mati. Data mortalitas dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis Probit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Toksisitas Ekstrak Daun Kirinyuh terhadap Rayap

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa ekstrak daun kirinyuh (*E odoratum*) memberikan pengaruh terhadap mortalitas rayap *Coptotermes* sp. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat mortalitas meningkat meskipun pada konsentarsi tertinggi mortalitas mengalami penurunan. Jumlah mortalitas rayap *Coptotermes* sp. pada uji pendahuluan dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Mortalitas rayap tanah setelah perlakuan berbagai tingkat konsentrasi ekstrak daun *E. odoratum* selama 72 jam.

Konsent rasi	Jumlah Hewan Uji	Total Mortalitas	Persentase Mortalitas %
0.0%	20	0	0
0.5%	20	13	65
1.0%	20	12	60
2.0%	20	14	70
4.0%	20	19	95
8.0%	20	13	65

Pada Tabel 1 nampak bahwa ekstrak daun kirinyuh *E. odoratum* berpengaruh terhadap mortalitas rayap tanah *Coptotermes* sp. Pada konsentrasi yang diujikan yaitu 0,5, 1, 2, 4 dan 8 persen (b/v) terdapat tingkat kematian sebesar 65 %, 60 %, 70 % dan 95 %. Konsentrasi 8 % (b/v) memperlihatkan persentase mortalitas sebesar 65 %, bila dibandingkan dengan pemberian konsentrasi 4 % (b/v) menunjukkan adanya pula penurunan persentase mortalitas sebesar 30 %. Hal ini disebabkan karena serangga menunjukkan perilaku menolak, yang diakibatkan oleh tingginya konsentrasi ekstrak daun Kirinyuh, sehingga membuat aroma kertas semakin menyengat. Pengaruh ekstrak menyebabkan terjadinya sifat anti makan rayap terhadap kertas uji. pada konsentrasi 0,5 dan 1 persen (b/v) terlihat adanya

penurunan persentase mortalitas sebesar 5%, hal ini dimungkinkan karena serangga masih mampu melakukan respon terhadap senyawa terkandung dalam ekstrak daun *E. odoratum*, menurut Simpson dan Simpson (1990 dalam Hidayat 2001) respon kompensasi tersebut dilakukan oleh serangga sebagai upaya untuk mempertahankan kehidupannya.

Hasil uji pendahuluan nilai mortalitas rayap *Coptotermes* sp. yang tinggi terdapat pada konsentarsi 4% (b/v). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak tersebut bersifat toksik terhadap mortalitas rayap yang mengindikasikan bahwa ekstrak tersebut mampu menyebabkan kematian sebesar 95 % hewan uji pada konsentrasi 4% (b/v). Ditinjau dari toksisitas dapat dikatakan bahwa ekstrak ini efektif, menurut Murfon dan Norton (1984 dalam Budiarto, 2000), bahwa suatu senyawa dikatakan efektif bila mampu mematikan 80% hewan uji. Batas – batas ambang bawah dan ambang atas dapat ditentukan berdasarkan hasil yang terlihat pada Tabel 1 yaitu pada konsentarsi 0,5% dan 4%. Ambang bawah yang digunakan pada konsentrasi 0,5% karena tingkat mortalitasnya 65% hewan uji bila dibanding dengan konsentrasi 1% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan uji pendahuluan diperoleh konsentrasi larutan uji untuk uji toksisitas utama atau uji sesungguhnya yaitu sebesar 0; 0.76; 1.15; 1.74; 2.63 dan 3.95%. Kisaran uji ini digunakan untuk uji sesungguhnya yaitu untuk memperoleh konsentrasi yang tepat yang mampu mematikan hewan uji sebanyak 50 % dari jumlah total hewan uji (LC50).

### B. Uji Sesungguhnya

Tabel 2. Mortalitas rayap tanah setelah perlakuan berbagai tingkat konsentrasi ekstrak daun *E. odoratum* dari uji pendahuluan selama 72 jam

No	Konse ntrasi (%)	Jumlah hewan uji	Persentase mortalitas (%)	Nilai LC 50- 72 jam
1	0	45	0	<b>2,50 %</b>
2	0.76	45	44.44	
3	1.15	45	73.33	
4	1.74	45	64.44	
5	2.63	45	80.00	
6	3.95	45	88.88	

Hasil uji sesungguhnya dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan data yang dianalisis dengan analisis probit diperoleh nilai LC 50 sebesar 2,50 % (b/v). Table 2 menunjukkan bahwa ekstrak daun *E.odoratum* memiliki nilai LC50 – 72 jam sebesar 2.50 % (b/V). Artinya, bahwa pengaruh yang dihasilkan ekstrak daun kiriyuh *E. odoratum* yang dicampur pada kertas uji mampu menyebabkan kematian 50 % rayap *Coptotermes* sp. pada konsentrasi ekstrak sebesar 2.50% dalam waktu 72 jam. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kiriyuh bersifat toksik dan pada konsentrasi 2.50% efektif memberikan pengaruh mortalitas terhadap rayap *Coptotermes* sp.

Sifat toksik ini kemungkinan disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun kiriyuh seperti, terpenoid, tanin, saponin dan sesquiterpene. Senyawa – senyawa fenol, triterpenoid, alkaloid dan steroid yang terdapat pada tumbuhan merupakan bahan aktif sebagai pengendali hama. Senyawa ini menyebabkan adanya aktifitas biologi yang khas seperti toksik menghambat makan, antiparasit, dan pestisida (Harborne, 1987). Terdapatnya senyawa toksik dalam ekstrak daun kiriyuh akan memberikan respon dengan cara menurunkan laju konsumsi dan efisiensi pencernaan serta metabolismenya. Pengaruhnya terlihat pada lamanya mortalitas.

Secara fisiologi, senyawa bioaktif yang terkandung didalam ekstrak dapat merusak sistem syaraf serangga uji. Senyawa bioaktif yang mampu merusak sistem syaraf pada rayap adalah senyawa sisquiterpen. menurut Harto (1998) masuknya senyawa sisquiterpen diketahui dapat menghambat bekerjanya enzim asetilkolinesterase sehingga

menyebabkan mortalitas pada rayap. Seperti dijelaskan pada Untung (1996 dalam Titisari, 2000), bahwa dalam sistem syaraf serangga antara sel syaraf dan sel otot terdapat synaps. Asetilkolin yang dibentuk oleh sistem syaraf berfungsi pusat untuk menghantarkan impuls dari sel syaraf ke sel otot. Setelah implus dihantarkan, proses dihentikan oleh enzim asetilkolinesterase yang memecah asetilkolin menjadi asetil ko-A dan kolin. Terhambatnya kerja dari enzim asetilkolinesterase sehingga terjadi penumpukan asetilkolin yang akan menyebabkan terjadinya kekacauan pada sistem penghantar impuls ke otot yang dapat berakibat otot kejang, terjadi kelumpuhan dan berakhir ke kematian.

### KESIMPULAN

Adanya kandungan ekstrak daun kiriyuh pada kertas menimbulkan anti dan menyebabkan rayap mengurangi jumlah makan yang dikonsumsi sehingga rayap mengalami mortalitas.

Ekstrak daun kiriyuh (*Eupatorium odoratum*) pada kertas juga bersifat toksik terhadap rayap, sehingga dapat digunakan sebagai pengendali rayap *Coptotermes* sp.

Konsentrasi ekstrak daun kirinyuh pada kertas yang efektif (LC-50) sebagai bahan pengendali rayap pada konsentrasi 2.5 persen .

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Danni Kristiyanto, Rachmawati Yuniandari, Hilman Nur Awalludin , M. Sigit Santoso, dan Galuh Wijayanti atas bantuan yang telah diberikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. **Kertas**. Wikipedia Indonesia. [www.google.com](http://www.google.com).
- Borror, D.S., C.A. Triplehorn dan N.F Johnson. 1992. **Pengenalan Pelajaran Serangga, Edisi 6**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Budiarto. 2000. **Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Jeruk Siam *Citrus nobilis* L. Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Hama Bubuk Beras *Sithophilus oryzae* L.**

- Skripsi. Fakultas MIPA UNDIP. Semarang .
- Dan, Riss dan Wang Peng-peng. 1998. **Paper Coated With Red Lead**. At Palimpsest Stanford Edu.
- Departemen Kesehatan. 2006. ***Eupatorium odoratum* REG**. [fpt.ui.edu/bebas/v12/artikel/ttg\\_tanaman\\_obat/depkes/buku1-120.pdf](http://fpt.ui.edu/bebas/v12/artikel/ttg_tanaman_obat/depkes/buku1-120.pdf). 4 Agustus 2006.
- Faturrahman. 2004. **Kertas Daur Ulang**. Pikiran Rakyat, 6 Juni 2004, Minggu. [www.google.com](http://www.google.com).
- Graige, M. dan Ahmed, S. 1988. **Handbook of Plant With Pest Control Properties**. John Willey & Sons. Singapore.
- Hadi, M., J.W. Hidayat, K. Baskoro. 2000. **Uji Potensi Ekstrak Daun *Eupatorium odoratum* sebagai Bahan Insektisida Alternatif: Toksisitas dan Efek Antimakan Terhadap Larva *Heliothis armigera* Hubner**. Jurnal Sains dan Matematika. Fakultas MIPA Undip. Semarang.
- Hasan, T. 1986. **Rayap dan Pemberantasan**. CV. Yasaguna. Jakarta
- Harborne, J.B. 1987. **Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modren Menganalisis Tumbuhan**. Institut Tehnologi Bandung.
- Harto, S. 1998. **Toksisitas Ekstrak Akar dan Daun Paitan (*Tithonia diversivolia* Gray) dan Pengaruhnya terhadap Mortalitas serta Aktivitas Makan Anti Rayap Tanah (*Coptotermos* sp.) di Laboratorium**. Skripsi Fakultas MIPA UNDIP. Semarang.
- Heyne, K. 1987. **Tumbuhan Berguna Indonesia, Jilid III**. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Hidayat, K. 2001. **Pengaruh Ekstrak Daun Nimba *Azadirachta indica* Juss Terhadap Mortalitas, Pertumbuhan dan Perkembangan Ulat Jagung *Heliotis armigera* Hubner**. Skripsi Fakultas MIPA UNDIP. Semarang
- Jumpowati, M. D. B. 1999. **Pestisida Alami Alternatif: Inventarisasi Dan Pemanfaatanya**. SIGMA Volume II (2): 75 – 80.

- Kastono, D. 2005. **Tanggapan Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Hitam Terhadap Penggunaan Pupuk Organik Dan Biopestisida Gulma Siam (*Clormolaena odorata*)**. Ilmu Pertanian Volume 12 (2): 103-116.
- Lee, K.E. dan Wood, T.G. 1971. **Termit and Soils**. Academic Press. London and New York.
- Lenny, S. 2006. **Isolasi dan Uji Bioaktivitas Kandungan Kimia Utama Puding Merah dengan Metode Uji Brine Shrimp**. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Raffiudin, 1991. **Populasi Flagellata dalam Usus Rayap *Coptotermes curvignatus*, Holmgren dengan Pemberian Pakan Tiga Jenis Kayu**, Tesis S-2 Fakultas MIPA IPB. Bogor. (*unpublished*).
- Ramlan, A. dan I. S. Noer. 2002. **Eksplorasi Informasi Keanekaragaman Jenis, Potensi dan Pemanfaatan Tumbuhan Bahan Pestisida Alami Di Propinsi Jawa Barat dan Banten**. Berita Biologi Volume 6 (3): 393-407
- Subyanto, 1986. **Studi Aspek Biologi Rayap Tanah *Marcotermes gilvus*, Hagen (Isoptera: Termitidae) di Laboratorium**, Tesis S-2 Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta. (*unpublished*).
- Sudrajat, D. M. dan R. Kartika. 2003. **Isolasi Bahan Bioaktif Dari Kulit Pohon Kayu Bawang Kalimantan (*Scorodoarpus borneensis* Becc) Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti***. FRONTIR Universitas Mulawarma Volume 18 (2): 88-93.
- Suwitaningsih, S. 1996. **Potensi Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta indica*, A. Juss) sebagai Pengendali Rayap *Coptotermes* sp.** Skripsi Fakultas MIPA UNDIP. Semarang.
- Tarumingkeng, RC. 2001. **Biologi Dan Perilaku Rayap (Biology and ethology of termites)**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Titisari, A.D. 2000. **Potensi Ekstrak Etanol Daun Dan Biji, Serta Ekstrak Air Daun *Annona muricata* L. Terhadap Mortalitas Dan Pertyumbuhan Populasi Larva *Culex quinquefasciatus* SAY**. Skripsi. Fakultas MIPA UNDIP. Semarang.
- Tjokronegoro, RK. 1987. **Penelusuran Senyawa Kandungan Tumbuhan Indonesia. Bioaktif Terhadap Serangga-serangga. Senyawa Penghambat Pertumbuhan Larva *Bombyx mori*. Asal Tumbuhan *Acorus calamus*, *Cuminum cyminum*, *Annona muricata* dan *Toona surebi***. Disertasi. Biologi UNPAD. Bandung.