

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Karet

Tanaman karet (*Hevea Brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman tahunan ini dapat disadap getah karetnya pertama kali pada umur tahun ke-5. Dari getah tanaman karet (lateks) tersebut bisa diolah menjadi lembaran karet (*sheet*), bongkahan (*kotak*), atau karet remah (*crumb rubber*) yang merupakan bahan baku industri karet. Kayu tanaman karet, bila kebun karetnya hendak diremajakan, juga dapat digunakan untuk bahan bangunan, misalnya untuk membuat rumah, furniture dan lain-lain. Produk-produk karet tersebut umumnya diekspor. Ekspor karet Indonesia dalam berbagai bentuk, yaitu dalam bentuk bahan baku industri (*sheet, crumb rubber, SIR*) dan produk turunannya seperti ban, komponen dan sebagainya.

#### 2.1.1. Botani Tanaman Karet

Karet (*Hevea brasiliensis*) termasuk kedalam famili Euphorbiaceae. Adapun klasifikasi tanaman karet adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Euphorbiales  
Family : Euphorbiaceae  
Genus : *Hevea*  
Spesies : *Hevea brasiliensis* Muell Arg.

(Semangun, 2008).

### 2.1.2. Syarat Tumbuh Tanaman Karet

Budidaya tanaman karet memerlukan persyaratan tumbuh sebagai berikut :

#### A. Iklim

1. Tinggi tempat 100 sampai 400 m dpl.
2. Curah hujan 1.500 sampai 3.000 mm/th.
3. Suhu 25-30 °C
4. Kecepatan angin maksimum kurang atau sama dengan 30 km/jam.

#### B. Tanah

1. Kemiringan tanah kurang dari 10%.
2. Jeluk efektif lebih dari 100 cm.
3. Tekstur tanah terdiri lempung berpasir dan liat berpasir.
4. Batuan di permukaan maupun di dalam tanah maksimal 15%.
5. pH tanah berkisar antara 4,3 – 5,0.
6. Drainase tanah sedang.

## 2.2 Biologi Patogen

Menurut (Alexopoulos, C.J., C. W. Mims and M. Blackwell, 1996) penyakit

JAP (*R. microporus*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Basidiomycota
Kelas	: Basidiomycetes
Ordo	: Aphyllporales

Famili : Polyporaceae  
Genus : *Rigidoporus*  
Spesies : *Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr.)

Tubuh buah berbentuk kipas tebal agak berkayu, mempunyai zona-zona pertumbuhan, sering mempunyai struktur serat yang radier, mempunyai tepi yang tipis. Warna permukaan tubuh buah dapat berubah tergantung dari umur dan kandungan airnya. Pada permukaan tubuh buah benang-benang jamur berwarna kuning jingga, tebalnya 2,6-4,5 $\mu$ m, mempunyai banyak sekat. Pada waktu masih muda berwarna jingga jernih sampai merah kecoklatan dengan zona gelap agak menonjol (Muklasin dan Matondang, 2010).



Gambar 1. Badan buah jamur *R.microporus*  
Sumber: Ismail dan Bakar, 2012.

*R. microporus* memiliki basidiospora bulat, tidak berwarna, dengan garis tengah 2,8-5,0  $\mu$ m, banyak dibentuk pada tubuh buah yang masih muda. Basidium pendek (buntak), lebih kurang 16 x 4,5-5,0  $\mu$ m, tidak berwarna, mempunyai empat sterigma (tangkai basidiospora). Diantara basidium-basidium terdapat banyak sistidium yang berbentuk gada, berdinding tipis dan tidak berwarna (Semangun, 2008).

### **2.2.1. Perkembangan Patogen JAP**

Berbeda dengan jamur-jamur lain, JAP dapat menular dengan perantara *rizomorf*. Pada kebanyakan jamur akar *rizomorf* hanya menjalar pada permukaan akar, pada jamur akar putih *rizomorf* dapat menjalar bebas dalam tanah, terlepas dari atau kayu yang menjadi sumber makanannya. Setelah mencapai akar tanaman yang sehat *rizomorf* lebih dahulu tumbuh secara episifitik pada permukaan akar sampai agak jauh sebelum mengadakan penetrasi ke dalam akar (Semangun, 2008).

Pola perkembangan penyakit akar putih adalah monosiklik yaitu siklus perkembangan penyakit berlangsung tahunan. Penyakit jamur akar putih tersebut berkembang secara lambat dengan nilai r-nya (laju perkembangan) relatif rendah tetapi karena penyakit ini mematikan tanaman karet, jamur tersebut menjadi sangat penting. Tanaman karet masih muda merupakan periode kritis terhadap penyakit jamur akar putih. Persentase tanaman terinfeksi naik mulai umur satu tahun dan mencapai puncaknya pada umur 2 tahun kemudian mulai menurun pada umur 3 tahun (Situmorang, 2004).

### **2.2.2. Dampak Sosial Serangan JAP**

*R. microporus* merupakan salah satu cendawan penting pada tanaman karet. Di Indonesia *R. microporus* sering disebut dengan jamur akar putih (JAP). Jamur akar putih menimbulkan kematian pada tanaman karet, sehingga serangan penyakit ini akan menimbulkan kerugian pada produksi kebun.

Menurut perhitungan Situmorang (2004) penurunan produksi karet kering terjadi rata-rata 2,7 kilogram per pohon per tahun. Oleh karena itu para petani dan

perusahaan akan mengalami kerugian yang signifikan disamping itu *R. microporus* dapat tumbuh selama masih ada persediaan makanan yaitu selama tanaman itu hidup dan mati sampai terurai semua.

### **2.2.3. Gejala Serangan JAP**

Serangan patogen menyebabkan akar menjadi busuk (kayu berwarna putih atau krem, tetapi padat dan kering) dan umumnya pada permukaan akar ditumbuhi *rizomorf* jamur. Gejala yang tampak pada daun adalah daun-daun yang semula tampak hijau segar berubah menjadi layu, berwarna kusam dan akhirnya kering. Pada keadaan tersebut menunjukkan bahwa tanaman telah menderita serangan pada tahap lanjut dan tidak mungkin untuk diselamatkan.

Membusuknya akar diduga karena rusaknya struktur kimia kulit dan kayu akibat enzim yang dihasilkan jamur (Pawirosoemardjo dan Purwantara, 2004).

### **2.2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit JAP**

JAP dapat tumbuh pada suhu  $10^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  spora dapat berkecambah dengan baik pada suhu optimum antara  $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ . JAP juga menyukai kondisi tanah yang berpori dan lembab serta menyukai pH antara 3-9, optimum antara 7-8 yaitu pH tanah yang netral dengan struktur tanah yang berpori (tanah liparit), sebaliknya JAP tidak suka pada tanah yang bereaksi masam (Sinulingga dan Eddy, 1989).

Tunggul atau sisa akar tanaman karet dan kayu hutan primer merupakan sumber infeksi jamur akar putih yang paling penting pada pertanaman. Di antara tunggul ini terdapat beberapa tunggul yang telah terinfeksi jamur akar putih dan

menjadi sumber penularan sangat efektif. Dari tunggul ini jamur akar putih melalui kontak akar menular ke tunggul lain dekatnya dan menjadi sumber infeksi baru (Situmorang, 2004).

Setelah patogen menginfeksi tanaman, perkembangan JAP selanjutnya bergantung pada pH, kandungan bahan-bahan organik, kelembapan dan *aerose* tanah. *R. micropous* dapat tumbuh baik pada kelembapan diatas 90%, kandungan bahan organik tinggi serta *aerose* yang baik. Apabila kondisi ini sesuai, patogen dapat menjalar sejauh 30 cm dalam waktu 2 minggu (Sinulingga dan Eddy, 1989).

#### **2.2.5. Pengendalian Jamur Akar Putih (JAP)**

Teknik pengendalian penyakit JAP meliputi 2 tahap yaitu tahap pencegahan dan pengobatan tanaman sakit. Tahapan pencegahan lebih bersifat kepada tindakan yang dilakukan sebelum tanaman terserang dan menjaga agar tanaman karet tidak terkena penyakit JAP. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pencegahan penyakit JAP diantaranya:

- Pada saat persiapan lahan, dilakukan pembongkaran dan pemusnahan tunggul serta sisa akar tanaman.
- Penanaman kacang-kacangan penutup tanah (*Legume Cover Crops/LCC*) selain berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah melalui pengikatannitrogen bebas dari udara, serta membantu menghambat pertumbuhan JAP.
- Pembangunan kebun menggunakan bibit yang sehat mulai dari persiapan batang bawah di pembibitan dan penggunaan entres yang tidak terkena JAP.

- Perlindungan tanaman di lapangan, di antaranya dengan menaburkan belerang di sekitar leher akar tanaman sebanyak 100-200 gram/pohon dengan jarak 10 cm dari batang tanaman. Pemberian produk berbahan aktif *Trichoderma* (biologis) dengan dosis 100gram/pohon yang dilakukan setiap enam bulan.
- Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan pemupukan dan penyiangan rumput, gulma dan vegetasi lainnya di barisan tanaman karet. Tidak menanam tanaman yang memungkinkan menjadi inang jamur akar putih diantara tanaman karet, seperti ubi kayu atau ubi jalar (Wibawa, B. G., I. R. Akiefnawati., L. Joshi., E. Penot dan Janudianto, 2008).

Pengendalian pada tanaman sakit dilakukan pada saat serangan dini dan dilaksanakan setiap enam bulan sekali. Pengendalian dilakukan dengan cara menggali tanah pada daerah leher akar, kemudian leher akar diolesi dengan fungisida dan ditutup kembali dengan tanah. Jenis fungisida dan alternatif penggunaannya adalah sebagai berikut:

- Pengolesan : Calixin CP, Fomac 2, Shell CP dan Ingro Pasta 20 PA.
- Penyiraman: Alto 100SL, Anvil 50 SC, Bayfidan 250 EC, Bayleton 250 EC, Sumiate 12.5 WP, Tilt 250 EC dan Calixin 750 EC.

## **2.3 Asap cair**

### **2.3. 1. Karakteristik Asap Cair**

Asap cair merupakan hasil kondensasi asap pada proses pembakaran/pirolisis dari kayu atau bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Asap (Paris and Zikler, 2005).

Menurut Demirbas (2005) proses pirolisis dapat berlangsung pada suhu diatas 300 °C dalam waktu 4-7 jam. Proses pirolisis melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama pirolisis kayu/bahan sejenisnya adalah hilangnya air dari kayu pada suhu 120-150 °C, pirolisis hemiselulosa pada suhu 200-250 °C, pirolisis selulosa pada suhu 280-320 °C, pirolisis lignin pada suhu 400 °C dan pada suhu yang lebih tinggi akan terjadi reaksi kondensasi pembentukan senyawa baru dan oksidasi produk kondensasi diikuti kenaikan linier senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Girard, 1992).

Menurut Maga (1998) komposisi kimia asap cair adalah sebagai berikut: air 11-92%, fenol 0,22-2,99%, asam 2,8-4,5%, karbonil 2,6-4,6% dan tar 1-17%. *Hemiselulosa* adalah komponen kayu yang mengalami pirolisis paling awal menghasilkan furfural, furan, asam asetat dan momolognya.

Fungsi asap cair adalah sebagai bahan pengawet yang memiliki kandungan senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai anti bakteri dan anti oksidan (Darmaji, 2002). Zat-zat yang ada di dalam asap cair berperan sebagai anti mikrobial adalah senyawa fenol dan asetat, yang peranannya semakin meningkat bila kedua senyawa tersebut bersama-sama (Darmaji, 1995).

### **2.3.2. Komponen Asap Cair**

Hasil dari pengelolaan kelapa akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Timbulnya dari pengelolaan kelapa dapat diminimalisasi dengan memanfaatkan bahan baku asap dari tempurung

kelapa untuk menghasilkan asap cair sehingga dalam produksi pembuatan arang tidak ada limbah yang dihasilkan (*zero waste*)

Kualitas dan kuantitas unsur kimia pada umumnya tergantung pada jenis bahan pengasap yang digunakan. Bahan pengasap yang digunakan seperti kayu yang dibakar menentukan komposisi dari asap yang dihasilkan, Kayu keras seperti tempurung kelapa banyak terbentuk asap karena proses pembakaran nya lambat. Penggunaan beberapa jenis kayu keras pada proses pengawetan dengan persyaratan memiliki beberapa fungsional, yaitu sifat antimikrobial dan antioksidan yang berbeda-beda tergantung pada kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada masing-masing kayu (Tranggono, Suhardi., Bambang Setiadji, Purnama Darmadji, Supryanto dan Sudarmanto. 1996).

Dalam penelitian Tranggono, *et all* (1996) diketahui bahwa asap cair tempurung kelapa memiliki 7 komponen dominan yaitu fenol, 3-metil-1,2-siklopentadion, 2-metoksiphenol, 2-metoksi-4-metilphenol, 4-etil-2-metoksiphenol, 2,6-dimetoksiphenol, dan 2,5-dimetoksi benzil alkohol, yang larut dalam eter. Gumanti (2006) mendapatkan data kandungan kimia dalam asap cair yaitu fenol sebesar 5,5% methyl alkoholnya sebesar 0,37% dan total asam sebesar 7,1%. Yulistiani (1997) mendapatkan data bahwa kandungan fenol dalam asap cair tempurung kelapa sebesar 1,28% bahwa asap cair yang bersumber dari tempurung kelapa memiliki efek anti mikrobial yang lebih tinggi dibandingkan sumber kayu lainnya. Hal tersebut terkait dengan pH asap cair dari tempurung kelapa memiliki (pH 2,05) paling rendah dibandingkan sumber asap lain seperti: kayu jati, bangkirai, kruing, lamtoro, mahoni, kamfer dan glugu.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu perbandingan hasil pengukuran kandungan fenol asap cair tempurung kelapa berbeda-beda, hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh kandungan zat-zat yang mudah terbakar yang terdapat pada bahan baku tempurung kelapa seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, resin, protein dan abu (Daun, 1979).

### **2.3.3. Pembuatan Asap Cair.**

Sampel dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dan ditutup rapat. Destilat yang keluar dari reaktor ditampung dalam dua wadah. Wadah pertama untuk menampung fraksi berat, sedangkan wadah kedua untuk menampung fraksi ringan. Fraksi ringan ini diperoleh setelah dilewatkan tungku pendingin yang dilengkapi pipa berbentuk spiral. Hasil pirolisis berupa asap cair, gas-gas seperti metan dan tempurung kelapa yang bisa dijadikan briket, bila dilanjutkan ke tahap kerja selanjutnya bisa menjadi arang aktif. Namun, asap cair ini belum bisa digunakan, karena dimungkinkan masih mengandung banyak tar (senyawa hidrokarbon polisiklis aromatik (PAH) yang ada seperti benzo (a) pirena bersifat karsinogenik). Jadi perlu pemurnian lebih lanjut yang dinamakan tahap destilasi. pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol 4,13%, karbonil 11,3 % dan asam 10,2 %.

Pada proses pirolisis terjadi dekomposisi dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin yang terdapat pada bahan baku tersebut, pirolisis tersebut pada umumnya menghasilkan asap cair, tar, arang, minyak nabati dan lain-lain.

Adapun pada proses pirolisis tersebut yang terjadi adalah dekomposisi senyawa-senyawa penyusunnya, yaitu :

### **1. Pirolisis Selulosa.**

Selulosa adalah makromolekul yang dihasilkan dari kondensasi linear struktur heterosiklis molekul glukosa. Selulosa terdiri dari 100-1000 unit glukosa. Selulosa terdekomposisi pada temperatur  $280^{\circ}\text{C}$  dan berakhir pada  $300^{\circ}\text{C}$ - $350^{\circ}\text{C}$ . Girard (1992), menyatakan bahwa pirolisis selulosa berlangsung dalam dua tahap, yaitu :

- a. Tahap pertama adalah reaksi hidrolisis menghasilkan glukosa.
- b. Tahap kedua merupakan reaksi yang menghasilkan asam asetat dan homolognya, bersama-sama air dan sejumlah kecil furan dan fenol.

### **2. Pirolisis hemiselulosa**

Hemiselulosa merupakan polimer dari beberapa monosakarida seperti pentosan ( $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ ) dan heksosan ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ). Pirolisis pentosan menghasilkan furfural, furan dan derivatnya beserta satu seri panjang asam-asam karboksilat. Pirolisis heksosan terutama menghasilkan asam asetat dan homolognya. Hemi selulosa akan terdekomposisi pada temperatur  $200^{\circ}\text{C}$ - $250^{\circ}\text{C}$ .

### **3. Pirolisis lignin**

Lignin merupakan sebuah polimer kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi dan tersusun atas unit-unit fenil propana. Senyawa-senyawa yang diperoleh dari pirolisis struktur dasar lignin berperan penting dalam memberikan aroma asap produk asapan. Senyawa ini adalah fenol, eter fenol seperti guaikol, siringol dan homolog serta derivatnya (Girard, 1992). Lignin mulai mengalami dekomposisi pada temperatur  $300$ - $350^{\circ}\text{C}$  dan berakhir pada  $400$ - $450^{\circ}\text{C}$ .