

# PERLINDUNGAN HUTAN



**Jumani, S.Hut., M.P.**

# **PERLINDUNGAN HUTAN**

## **Penulis**

Jumani, S.Hut., M.P.

## **Tata Letak**

Ulfa

## **Desain Sampul**

Rio

14.5 x 20.5 cm, vi + 167 hlm.

Cetakan I, Juni 2021

**ISBN:** 978-623-6995-94-5

Diterbitkan oleh:

## **ZAHIR PUBLISHING**

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,

Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571

e-mail : [zahirpublishing@gmail.com](mailto:zahirpublishing@gmail.com)

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

No. 132/DIY/2020

## **Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.**

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. penulis panjatkan berkat rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya. Buku ini disusun berdasarkan pengalaman penulis sebagai Dosen Perlindungan Hutan di Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda Prodi Kehutanan sejak tahun 2000 hingga sekarang. Penulis memperoleh pendidikan Sarjana S1 dari Fakultas Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda dan Magister Ilmu Kehutanan di Universitas Mulawarman. Telah mempublikasikan buku dan artikel di sejumlah media massa, buletin, majalah ilmiah, jurnal nasional terindeks Google Scholar dan SINTA dengan fokus bidang Pemuliaan dan Perlindungan Hutan.

Penulis membuat buku ini dengan niat ikhlas untuk memudahkan pemahaman tentang perlindungan hutan khususnya hutan tropis sebagai acuan yang dapat dijadikan pegangan baik oleh dosen, asisten maupun mahasiswa selama menempuh mata kuliah perlindungan hutan, baik di Program Studi Kehutanan (Manajemen Hutan) serta bidang-bidang lain yang terkait. Buku ini dipergunakan bagi yang berkeinginan untuk tambahan informasi tentang perlindungan hutan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengumpulan data pendukung dalam buku ini.

Karena tiada yang sempurna kecuali Allah Swt, penulis selalu mengharapkan kritik/saran yang bersifat membangun. Semoga buku ini bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Samarinda, 10 Mei 2021  
Penulis,

Jumani, S.Hut.,M.P.

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
I. ILMU PENYAKIT TUMBUHAN .....	1
A. Klasifikasi Penyakit Tumbuhan.....	2
B. Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit Hutan..	4
C. Kerentanan dan Resistensi.....	6
D. Tipe Resistensi .....	10
II. METODE PENCEGAHAN PENYAKIT HUTAN.....	15
A. Dengan Cara Peraturan dan Undang-Undang .....	15
B. Dengan Cara Budidaya Tanaman.....	16
C. Dengan Cara Pemeliharaan dan Perlakuan Tempat Tumbuh .....	19
D. Dengan Cara Perlindungan Terhadap Predator .....	21
E. Dengan Cara Fisik Mekanik.....	22
F. Dengan Cara Kimia.....	24
III. METODE PEMBERANTASAN PENYAKIT HUTAN.....	25
A. Dengan Cara Mekanik dan Fisik.....	26
B. Dengan Cara Kimia.....	28
C. Formulasi Pestisida .....	36
D. Toksisitas Pestisida.....	38
E. Penyimpanan, Transport, Membuang Pestisida .....	40
F. Alat-Alat dan Metode Aplikasi Pestisida.....	43
G. Pengelolaan Pestisida.....	45

H. Ekonomi atau Sosial.....	46
I. Perundang-undangan tentang Pestisida .....	47
J. Cara Kerja Bahan Kimia.....	49
K. Efektivitas Pestisida .....	55
IV. HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KEHUTANAN .....	59
A. Hama dan Penyakit Tanaman Jati .....	59
B. Hama dan Penyakit Tanaman Pinus.....	80
C. Hama dan Penyakit Tanaman Mahoni .....	89
D. Hama dan Penyakit Tanaman Sengon .....	91
E. Hama dan Penyakit Tanaman <i>Acasia mangium</i> .....	99
F. Hama dan Penyakit Tanaman Sonokeling .....	102
G. Hama dan Penyakit Tanaman Mindi .....	103
H. Hama dan Penyakit Tanaman Kayu Putih ( <i>Melaleuca cajuputi</i> ) .....	104
I. Upaya Pencegahan Hama dan Penyakit Tanaman .....	107
J. Upaya Pengendalian Serangan Hama dan Penyakit.....	117
K. Pemberantasan Hama dan Penyakit Tanaman.....	122
L. Pengelolaan Pasca Pengendalian .....	126
V. KEBAKARAN HUTAN.....	131
A. Proses Pembakaran .....	131
B. Tipe-Tipe Kebakaran Hutan .....	133
C. Kerusakan Akibat Kebakaran Hutan .....	138
D. Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Hutan.....	145
VI. PERHITUNGAN FREKUENSI DAN INTENSITAS SERANGAN HAMA PENYAKIT TANAMAN .....	157
DAFTAR PUSTAKA .....	165

Ilmu penyakit tumbuhan (fitopatologi) mempelajari tentang:

1. Makhluk hidup dan keadaan lingkungan yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan.
2. Bagaimana mekanisme faktor-faktor tersebut menyebabkan penyakit tumbuhan.
3. Interaksi antara agensia penyebab penyakit dengan tumbuhan sakit.
4. Metode untuk mencegah atau mengendalikan penyakit serta mengurangi kerusakan yang ditimbulkan.

Tumbuhan dikatakan sehat atau normal apabila tumbuhan tersebut dapat melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya sesuai dengan potensial genetik terbaik yang dimilikinya. Fungsi-fungsi tersebut mencakup pembelahan, diferensiasi, dan perkembangan sel yang normal: penyerapan air dan mineral dari tanah dan mentranslokasikannya ke seluruh bagian tumbuhan, fotosintesis dan translokasi hasil-hasil fotosintesis ke tempat-tempat penggunaan dan penyimpanannya, metabolisme senyawa-senyawa yang disintesis, reproduksi, dan penyimpanan persediaan makanan untuk reproduksi dan kebutuhan setelah berakhirnya musim kemarau atau dingin.

Penyakit adalah terjadinya perubahan fungsi-fungsi sel dan jaringan inang sebagai akibat gangguan yang terus-

menerus oleh agensia-agensia patogen atau faktor lingkungan dan menyebabkan perkembangan gejala. Penyakit adalah kondisi yang menyebabkan perubahan abnormal dalam segi bentuk, fisiologis, keutuhan, atau tingkah laku tumbuhan. Perubahan-perubahan yang demikian mungkin menghasilkan kerusakan sebagian atau kematian tumbuhan atau bagian-bagian tertentu.

Patogen dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan dengan:

1. Melemahkan dengan cara menyerap makanan secara terus-menerus dari sel-sel inang untuk kebutuhannya.
2. Menghentikan atau mengganggu metabolisme sel inang dengan toksin, enzim, atau zat pengatur tumbuh yang disekresikannya.
3. Menghambat transportasi makanan, hara mineral, dan air melalui jaringan pengangkut.
4. Mengonsumsi kandungan sel inang setelah terjadi kontak.

Penyakit yang disebabkan oleh faktor lingkungan adalah hasil kondisi ekstrim yang mendukung pertumbuhan (suhu, kelembaban, cahaya, dan lain-lain dan kelebihan atau kekurangan zat kimia yang diserap atau dibutuhkan tumbuhan.

## **A. Klasifikasi Penyakit Tumbuhan**

Puluhan ribu penyakit tumbuhan mengganggu tumbuhan yang dibudidayakan. Rata-rata, setiap tanaman budidaya dapat diganggu oleh seratus penyakit tumbuhan atau bahkan lebih. Setiap jenis patogen diperkirakan mengganggu mulai



dari satu varietas sampai beberapa atau bahkan ratusan species tumbuhan. Untuk memudahkan pengkajian penyakit tumbuhan, tentu saja penyakit tumbuhan tersebut harus dikelompokkan ke dalam beberapa pola-pola yang teratur. Hal ini juga penting karena untuk mengidentifikasi dan selanjutnya untuk mengendalikan penyakit tumbuhan. Salah satu dari beberapa kriterium mungkin digunakan untuk mengelompokkan penyakit tumbuhan. Kadang-kadang penyakit tumbuhan dikelompokkan berdasarkan gejala yang ditimbulkan (busuk akar, kanker, layu, bercak daun, kudis, hawar (*blight*), antraknosa, karat, gosong, mosaik, menguning), menurut organ tumbuhan yang dipengaruhinya (penyakit akar, penyakit batang, penyakit daun, penyakit buah), atau menurut jenis tumbuhan yang dipengaruhinya (penyakit tanaman lapangan (*field crop*), penyakit tanaman sayuran, penyakit tanaman buah-buahan, penyakit hutan, penyakit tanaman padang rumput, penyakit tanaman hias). Akan tetapi, kriterium yang sangat membantu dalam mengelompokkan penyakit tumbuhan adalah berdasarkan jenis patogen penyebab penyakit, kemungkinan perkembangannya dan penyebaran penyakitnya dan juga tindakan pengendaliannya. Penyakit tumbuhan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Penyakit tumbuhan yang bersifat infeksi, atau biotik (parasit)
  - a. Penyakit yang disebabkan oleh jamur.
  - b. Penyakit yang disebabkan oleh prokariota (bakteri dan mikoplasma).
  - c. Penyakit yang disebabkan oleh tumbuhan tingkat tinggi parasit.

- d. Penyakit yang disebabkan oleh virus dan viroid.
  - e. Penyakit yang disebabkan oleh nematode.
  - f. Penyakit yang disebabkan oleh protozoa.
2. Penyakit non-infeksi, atau abiotik (fisiopath), adalah penyakit yang disebabkan oleh:
- a. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.
  - b. Kekurangan atau kelebihan kelembapan tanah.
  - c. Kekurangan atau kelebihan cahaya.
  - d. Kekurangan oksigen.
  - e. Polusi udara.
  - f. Defisiensi hara.
  - g. Keracunan hara.
  - h. Kemasaman atau salinitas.
  - i. Toksisitas pestisida.
  - j. Kultur teknis yang salah.

## **B. Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit Hutan**

Ilmu Perlindungan Hutan ialah ilmu yang mempelajari tentang cara-cara pencegahan dan pemberantasan penyakit yang dapat menurunkan kwalita dan kuantita hutan.

Dalam usaha manusia untuk menjaga agar kwalita dan kuantita hutan tetap terjamin, maka ada 2 kelompok metode, yaitu pencegahan dan pemberantasan.

Di dalam kehidupan manusia sehari-hari, orang sering menyebut-nyebut tentang penjagaan kesehatan tubuh, yaitu dengan cara mencegah hal-hal yang menyebabkan tubuh menjadi sakit. Tetapi kalau tubuh menjadi sakit karena

terserang suatu penyakit, maka orang berusaha untuk memberantas atau menghilangkan penyebab penyakitnya agar penderita sembuh. Hal-hal yang dialami manusia tersebut dapat diterapkan pada tumbuh-tumbuhan dan hewan. Kata-kata yang lazim dipakai "mencegah lebih baik daripada mengobati" harus menjadi pegangan setiap rimbawan. Jadi, mencegah serangan penyebab penyakit (patogen) dalam suatu hutan bertujuan agar hutan tersebut tetap sehat.

Pada dasarnya, hutan alam yang tidak terpelihara terdapat banyak jenis patogen, tetapi tidak pernah terjadi ledakan yang dapat menimbulkan kerusakan secara bersamaan pada semua jenis pohon yang ada di dalam hutan itu. Melainkan serangan silih berganti pada jenis dan umur pohon tertentu, sehingga keseimbangan alami tetap terjaga. Pada hutan tanaman yang biasanya terdiri jenis dan umur yang sama, memungkinkan suatu jenis patogen berkembang baik dengan cepat karena berlimpahnya makanan, sehingga akan mengakibatkan ledakan penyakit yang dalam keadaan demikian maka orang baru berusaha untuk memberantasnya. Kalau hutan tanaman itu masih relatif belum luas, maka pemberantasan/penyembuhan adalah suatu hal yang masih mungkin dilaksanakan. Tetapi kalau hutan tanaman itu sudah sangat luas, maka pemberantasan tidak mungkin dilakukan dalam kondisi yang sudah terserang berat dan di Indonesia hanya ada dua musim yaitu musim hujan dan kemarau. Di daerah-daerah yang memiliki 4 musim, pemberantasan dapat dilakukan pada musim dingin, yang mana pada musim itu patogen dari faktor biotik sedang menjalani masa istirahat.

Pada musim dingin kebanyakan serangga mati, tetapi sebelum mati mereka bertelur dulu pada bagian-bagian

tanaman tertentu dan telur-telur itu akan menetas pada permulaan musim semi, yang mana suhu udara sudah mulai meninggi. Pada waktu sebelum telur-telur menetas itulah saat yang tepat untuk mengadakan pemberantasan. Demikian pula dengan patogen lain seperti jamur. Kebanyakan jamur parasit dapat bertahan hidup pada daun-daun yang gugur dimusim gugur dan pada bagian-bagian pohon lainnya yang masih hidup dengan membentuk organ generatif yang tahan terhadap cuaca ekstrim seperti ascus, sclerotium, kleistotesium, dsb. yang sifatnya tidak aktif. Organ-organ tersebut baru aktif dan membentuk spora-spora baru pada waktu permulaan musim semi. Jadi, waktu pemberantasan yang tepat sudah dapat ditentukan, yaitu pada waktu musim gugur sampai musim dingin.

### **C. Kerentanan dan Resistensi**

Suatu tanaman disebut rentan (*susceptible*) terhadap penyakit, kalau penyakit yang menyerangnya dapat berkembang dengan baik di dalam tubuh tanaman tersebut sehingga menyebabkan kemunduran dalam pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, dikatakan resisten (*resistance*) kalau patogen yang menyerangnya tidak dapat berkembang atau melangsungkan hidupnya dengan baik sehingga dapat mengakibatkan kematiannya dan tanamannya tetap sehat tidak terpengaruh oleh serangannya. Kerentanan dan resistensi tanaman merupakan sifat yang dimiliki tanaman atas reaksi terhadap pengaruh-pengaruh luar yang dapat menimbulkan sakit dan disebut kepekaan (*sensitiveness*). Kepekaan suatu tanaman dapat dibagi menjadi beberapa

tingkat, yaitu sangat rentan, rentan, agak resisten (sedang), resisten, dan sangat resisten.

## 1. Kepekaan Normal

Kepekaan normal pada suatu tanaman dapat terjadi pada masing-masing provenance, jenis, dan varietas. Suatu jenis tanaman yang berasal dari tempat asal (*provenance*) yang berbeda mempunyai kepekaan yang berbeda-beda pula terhadap penyakit bila tanaman pada kondisi habitat yang sama. Demikian pula di antara individu pohon dari suatu jenis dan varietas. Kepekaan normal pada suatu tanaman dapat juga terjadi pada tingkat umur yang berbeda seperti tingkat semai, sapihan, tiang dan pohon, yang mana pada masing-masing tingkat itu terdapat bagian-bagian yang peka (*sensitive*), di mana patogen dapat menyerangnya. Misalnya pada tingkat semai terdapat akar dan batang yang masih lunak karena belum berkayu. Di sinilah merupakan bagian yang peka yang sering menjadi tempat masuknya patogen lodoh (*damping off*). Pada pohon yang telah dewasa terdapat bagian-bagian yang peka seperti lenti sel, stomata, bekas ranting, dsb.

Faktor luar yang berpengaruh terhadap kepekaan suatu tanaman ialah:

- Kesuburan tanah.

Tanaman yang ditanam pada tanah yang subur akan menghasilkan tanaman yang sehat dan kuat, sebaliknya tanaman yang ditanam di tanah yang kurus akan menghasilkan tanaman yang pertumbuhannya lambat, merana dan lebih besar kemungkinannya terserang

patogen. Walaupun demikian, patogen daun tidak atau kurang terpengaruh oleh kesuburan tanaman.

- Musim.

Kepekaan suatu jenis pohon dapat dipengaruhi oleh musim. Seperti contoh pada musim kemarau tanaman jati pertumbuhan melambat dan biasanya pada waktu musim penghujan daun sudah mulai lebat biasa terserang oleh ulat jati. Kondisi ini sudah seperti biasanya apabila normal ulat yang menyerang tanaman jati tidak akan merusak tanaman jati itu dan tumbuh normal lagi. Tanaman akan lebih kuat apabila pada kondisi lingkungan yang mendukung untuk tumbuh terutama pada kebutuhan air dan hara yang cukup.

- Tempat tumbuh.

Tinggi tempat dari permukaan laut dan kondisi tempat tumbuh berpengaruh terhadap kepekaan tanaman dari serangan patogen. Contoh: *Gmelina arborea* yang tumbuh di lembah lebih banyak terserang *Melegena* sp. dan *Prionoxystus* sp. Bila dibandingkan dengan yang tumbuh di puncak bukit. Mari kita pahami jenis Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) adalah pohon penghasil kayu yang memiliki warna putih kekuning-kuningan dengan kulit berserat halus dan berwarna abu-abu, kegunaan dari kayu ini adalah untuk bahan konstruksi, furniture, pulp, *raise floor*, alat pertukangan dan lain sebagainya. Selain itu, akar dan kulitnya diklaim bisa berfungsi sebagai obat pencahar dan obat cacing, meningkatkan nafsu makan, dan menurunkan demam. Ekstrak daunnya juga bisa digunakan untuk meringankan sakit kepala dan untuk mencuci bisul, sedangkan bunganya bisa

dipakai untuk mengobati penyakit kusta. Tanaman ini juga direkomendasikan dalam kombinasi dengan obat lain untuk pengobatan gigitan ular dan sengatan kalajengking. Tanaman ini dapat tumbuh dengan optimal pada ketinggian 0-800 mdpl dengan curah hujan 1778-2286 mm per tahun dengan jumlah bulan kering maksimum 2-4 bulan per tahun, suhu yang dikehendaki yaitu berkisar antara 21-28 derajat celcius dan pH tanah 4-7 (Asmayannur dan Syam, 2012). Syarat tumbuh yang optimal pada ketinggian 0-800 mdpl maka apabila dibudidayakan pada lebih dari 800 mdpl yang pasti tidak optimal lagi dan rentan terhadap serangan pathogen.

## **2. Kepekaan Abnormal**

- Tempat tumbuh yang asing.

Suatu jenis pohon yang tumbuh secara alami pada habitat aslinya biasanya lebih resisten terhadap patogen yang ada di tempat tersebut walaupun dalam bentuk hutan monokultur, sehingga tidak terjadi ledakan (epedemi) dan keseimbangan alami tetap berlangsung secara normal (Mardji, 2003). Resistensi pada suatu jenis pohon dapat berubah kalau pohon-pohon itu ditanam di tempat yang baru yang kondisinya berbeda dengan habitat aslinya, sehingga dapat terserang oleh patogen.

Kemunduran pertumbuhan juga dapat terjadi pada pohon karena tidak dapat menyesuaikan diri dengan habitatnya yang baru akibat keadaan tanah dan iklimnya berbeda dengan habitatnya yang asli. Sampai sekarang belum ada laporan pink disease yang disebabkan oleh *Corticium salmonicolor* pada *Acacia mangium* di Australia,

tetapi setelah benih-benihnya ditanam di Indonesia dan Malaysia terjadi serangan pada pohon-pohon berumur 2,5 tahun ke atas. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* di Amerika Latin dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan buah dan biji, tetapi setelah ditanam di PT ITCI, kenangan jenis pohon tersebut berbuah tetapi tidak berbiji.

- Luka.

Luka pada kulit pohon dapat terjadi secara alami karena gesekan antarcabang, panas matahari, api, gigitan serangga, dsb. Pohon-pohon yang semula tumbuh sehat dan subur dapat menjadi sakit karena terdapat luka pada kulit pohon, yang mana luka tersebut menjadi tempat masuknya patogen.

- Perubahan tempat tumbuh.

Perubahan tempat tumbuh dapat terjadi karena pengaruh manusia, misalnya: penjarangan, pemangkasan, pembukaan hutan, penebangan gulma (*weeding*), dsb. Perubahan tersebut dapat mengakibatkan perubahan iklim mikro yang kemudian mengakibatkan pohon-pohon menjadi rentan atau sebaliknya menjadi resisten. Perubahan tempat tumbuh dari yang semula mempunyai drainase baik menjadi sering tergenang air akan mengakibatkan pohon-pohon yang semula tumbuh sehat menjadi merana dan mudah terserang patogen.

## **D. Tipe Resistensi**

### **1. Resistensi Pasif**

Resisten pasif ialah suatu keadaan atau sifat yang dimiliki oleh suatu jenis tumbuhan karena memiliki karakteristik



tertentu, misalnya: kulit yang tebal, berduri, kandungan bahan kimia tertentu, proses pertumbuhan dari semai sampai pohon, dsb. sehingga menyebabkan tumbuhan itu dapat mempertahankan diri dari serangan patogen.

- Karakteristik pohon.

Secara morfologis dan anatomis, bentuk perlindungan yang dimiliki oleh suatu jenis pohon tertentu dapat berupa: tebalnya kulit pohon, adanya duri, bulu racun, jumlah stomata atau lenti sel yang relatif sedikit, dsb.

- Kandungan bahan organik seperti trichocarpin, lemak estheris, methanol, getah (tannin, gum) dapat bersifat racun terhadap patogen tertentu. Tetapi tannin dapat juga memacu kegiatan makan pada ulat dan kumbang pemakan daun.

Kandungan air juga berperan penting dalam resistensi suatu jenis pohon. Miselium *Dothichiza populea* dan *Cytospora chrysosperma* mempunyai kecepatan pertumbuhan optimum pada 20 °C dengan kandungan air di dalam cabang *Populus* masing-masing 60% dan 50%. Kurang atau lebih dari itu, pertumbuhan akan terhambat. Pertumbuhan miselium *Nectria cinnabarina* di dalam jaringan kulit *Ulmus* mencapai panjang 4 cm/bln kalau kandungan airnya 12%, 6 cm/bln pada 18% dan 10 cm/bln pada 32%. Jamur yang menyerang kayu selain memerlukan air, juga udara di dalam kayu. Bila air berkurang, maka sel-selnya akan terisi udara. *Fomes annosus* memerlukan udara minimum 10%, *F. fomentarius* 15% dan jamur lainnya pada umumnya 5-20%.

- Mikoriza.  
Orang telah lama mengenal simbiosis antara tumbuhan dan jamur. Hasil simbiosis tersebut mikoriza (mikor = jamur, rizae = akar, mikoriza = akar yang berjamur). Selain berfungsi untuk membantu tumbuhan dalam memperoleh bahan makanan dan air, jamur mikoriza berfungsi juga untuk mencegah serangan patogen akar, karena miselium jamur membungkus permukaan akar yang terkenal dengan Hartig's net pada ektomikoriza dan jamur tersebut dapat menghasilkan antibiotik dan bahan yang mengandung terpen yang bersifat fungistatis.
- Makanan.  
Setiap organisme hidup memerlukan makanan untuk melangsungkan hidupnya. Suatu tanaman dapat menjadi rentan atau resisten setelah dipupuk atau diberi kapur. Pemupukan dengan Fosfor (P) dan Kalium (K) menambah resistensi, sebaliknya kalau dipupuk dengan nitrogen (N), tanaman akan menjadi rentan. Jamur-jamur menyerang kayu lebih banyak terkonsentrasi di dalam empulur karena di situ lebih banyak substansi yang mengandung N dan kandungan airnya kurang.

## **2. Resistensi aktif**

Resistensi aktif ialah suatu keadaan di mana suatu tumbuhan dapat bereaksi untuk mempertahankan diri dari serangan patogen. Contoh: pembentukan jaringan kallus, thyllose, pengeluaran getah, penumpukan unsur-unsur kimia tertentu di sekitar tempat infeksi, dsb. Jaringan kallus terdiri dari sel-sel parenkim yang berdinding tebal yang tidak dapat ditembus oleh patogen. Tetapi bila perkembangan patogen

lebih cepat dari pembentukan kallus, maka pembentukan kallus tidak mempunyai arti. Pembentukan kallus juga sering terjadi pada lubang-lubang gerak, sehingga telur serangga terjepit dan mati di dalam lubang. Contoh jati gambol yang disebabkan oleh hama inger-inger apabila jati mampu bertahan akan terus tumbuh dengan baik dan apabila tidak bisa menyesuaikan maka terjadi penyakit jati gambol (Hastuti dan Gusyana, 2017). Ada beberapa tanaman yang dapat mengeluarkan getah yang bersifat racun bagi pathogen, getah juga dapat melekatkan serangga-serangga sehingga tidak dapat bergerak dan pada akhirnya mati, seperti jenis karet, meranti, dan masih banyak jenis yang lainnya.



### A. Dengan Cara Peraturan dan Undang-Undang

Metode peraturan dan undang-undang ini bertujuan untuk menciptakan hutan yang sehat dan resisten terhadap penyakit serta mencegah timbulnya dan penyebaran penyebab kerusakan tersebut dengan cara:

- Pengadaan benih atau bibit yang sehat.  
Pemuliaan sebagai dasar untuk pengadaan benih atau bibit-bibit itu berasal dari pohon-pohon yang sudah dikenal keadaan, asal usul, tempat tumbuh, dan daerahnya.
- Mewajibkan pengelola/pemilik hutan untuk menjaga, mengawasi, memonitor adanya penyakit dan kemudian segera memberantasnya, melarang membakar serasah bagi peladang yang berdekatan dengan hutan.
- Mencegah masuknya bahan-bahan tanaman ke suatu daerah, yaitu dengan memeriksa apakah bahan-bahan tersebut bebas dari penyakit. Cara ini dikenal dengan karantina. Dapat juga dengan melarang masuknya suatu jenis tanaman tertentu karena dikawatirkan tanaman tersebut akan terserang patogen ditempat tumbuh yang tidak cocok (asing), walaupun dihabitat aslinya bebas dari serangan.

## **B. Dengan Cara Budidaya Tanaman**

Cara ini bertujuan untuk menciptakan hutan yang sehat dan meningkatkan resistensi pohon-pohonnya terhadap penyebab kerusakan dengan cara:

- Pemilihan jenis, provenance dan varietas.

Pemilihan jenis, provenance dan varietas yang dapat menyesuaikan diri dengan habitatnya yang baru. Tanaman harus bisa tumbuh secara optimal sampai akhir daur sesuai dengan sifat pertumbuhan yang dimiliki oleh jenis pohon tersebut. Benih dari jenis, provenance dan varietas yang dipilih harus yang sudah diketahui tempat asalnya, habitatnya dan pohon induknya (pohon plus), dengan demikian maka penanaman bibit-bibit yang eksotik itu disesuaikan dengan habitat induknya. Menanam ditempat yang salah berakibat merananya pohon dan dapat menjadi rentan terhadap penyakit bahkan mati.

- Budidaya pohon resisten.

Pembudidayaan pohon resisten dengan cara memilih pohon yang tahan terhadap perusak diantara jenis, provenance, varietas, klon dan pohon, dengan mengadakan persilangan dapat juga dilakukan disuatu pertanaman yang terserang patogen. Pada akhir daur dipilih pohon-pohon plus dan bebas dari serangan. Cara demikian disebut seleksi alami. Pohon-pohon yang bebas serangan itu kemungkinan besar resisten. Dari pohon ini diperbanyak dengan cangkokan, sambungan atau stek yang kemudian ditanam di kebun benih berupa klon-klon yang relative jauh dari pertanaman untuk menghindari persilangan secara alami. Di dalam kebun-kebun benih

ini klon-klon tersebut diinokulasi dengan patogen yang dianggap sangat merugikan. Dari hasil inokulasi ini dapat diketahui pohon-pohon yang resisten. Percobaan juga dapat dilakukan pada tempat tumbuh yang berbeda misal: di puncak dan lembah, di tanah subur dan kurus dsb. Untuk mengetahui tingkat resistensi pohon pada habitat yang berbeda. Kalau tidak memungkinkan untuk mencari lokasi kebun benih yang jauh, maka dapat dibuat persilangan tertutup pada waktu pohon sedang berbunga.

- Penjarangan dan pemangkasan.

Perlakuan ini dapat mengubah iklim mikro dibawah tajuk, seperti suhu, kelembapan dan penyinaran. Dengan perubahan tersebut dimaksudkan agar keadaan tempat tumbuhnya tidak sesuai lagi bagi kehidupan patogen. Dengan penjarangan dan pemangkasan akan meningkatkan kesehatan pohon. Contoh: intensitas serangan jamur pada *Acasia mangium* 39,6% (Ginawan dkk., 2020).

- Pengaturan jarak tanam.

Biasanya pengaturan jarak tanam disesuaikan dengan tujuan perusahaan, jenis pohon dan cara pemeliharannya. Misalnya jarak tanam yang rapat untuk memperoleh kayu sebanyak-banyaknya dengan tidak memperhitungkan kualitasnya ditujukan untuk klas perusahaan pulp, sedangkan jarak tanam yang lebih lebar ditujukan untuk klas perusahaan kayu pertukangan. Tetapi dapat juga terjadi banyak jenis pohon sudah menunjukkan pertumbuhan yang kurang baik kalau sejak awal ditanam

dengan jarak tanam lebar (misalnya 3 x 3 m atau lebih), yaitu dengan tumbuhnya cabang-cabang besar, pohon mengganda dsb. Oleh karena itu penanaman pertama harus dilakukan dengan jarak (2 x 2 m atau kurang), kemudian setelah umur tertentu diadakan penjarangan, karena pada jarak yang rapat, kondisi iklim mikro dan kondisi pohonnya yang kurang sehat lebih disukai patogen.

Hasil Penelitian menemukan tiga jenis hama yakni Ulat Grayak (*Spodoptera* sp). Intensitas kerusakan tertinggi akibat serangan hama pada tanaman Ekaliptus + dalam Hutan Lindung Gunung Nona Kota Ambon akibat serangan Ulat Grayak (*Spodoptera* sp) sebesar 72,37% tergolong kriteria berat, Ulat Jengkal (*Hyposidra talaca*) sebesar 19,22% dan tergolong kriteria sedang dan Rayap Tanah (*Macrotermes Gilvus Hagen*) sebesar 7,09% tergolong kriteria ringan. Luas serangan yang ditimbulkan akibat serangan ketiga jenis hama ini yakni Ulat Grayak (*Spodoptera Sp*) sebesar 67,7% tergolong kriteria berat, Ulat Jengkal (*Hyposidra talaca*) sebesar 40,9% tergolong kreiteria sedang dan Rayap Tanah (*Macrotermes Gilvus Hagen*) sebesar 15,9% tergolong kriteria ringan (Latumahina dan Lihawa, 2020).

- Tanaman campuran.

Hutan tanaman biasanya terdiri dari satu jenis (monokultur) yang mempunyai kepekaan tinggi terhadap penyakit. Oleh karena itu disarankan untuk mencampur jenis tanaman. Tetapi hal ini terdapat beberapa masalah, antara lain:



- a. Kecepatan tumbuh berbeda-beda pada masing-masing jenis, sehingga bila ada jenis yang lebih lambat pertumbuhannya, maka jenis ini akan tertekan dan merana atau mati.
- b. Dengan adanya perbedaan kecepatan tumbuh, maka pemeliharaannya seperti penjarangan atau pemangkasan tidak dapat dilakukan secara bersamaan.
- c. Pemungutan hasil kayunya juga sulit dilakukan kalau memakai sistem tebang pilih.
- d. Masing-masing jenis yang ditanam harus sudah benar-benar diketahui patogen/penyakitnya, sehingga penanaman di lapangan dipilih jenis-jenis yang berbeda penyakitnya. Hal ini sulit dilakukan mengingat banyak penyakit yang mempunyai banyak inang (kosmopolit).

### **C. Dengan Cara Pemeliharaan dan Perlakuan Tempat Tumbuh**

- Perbaiki tempat tumbuh.

#### Pemupukan

Kandungan nutrisi di dalam tanaman berperan penting dalam ketahanan terhadap penyakit. Pemupukan tanaman dengan P dan K dapat meningkatkan resistensi terhadap faktor abiotik. Jamur patogen, serangga pengisap, dan kutu-kutu pada beberapa jenis tanaman tertentu, tetapi pemupukan dengan N pada beberapa jenis tanaman lainnya justru mengurangi resistensi. Oleh karena itu, penggunaan N sebaiknya lebih kecil konsentrasinya

dibandingkan dengan P dan K. Pada dasarnya pemupukan bertujuan untuk menambah kesuburan tanah, sehingga tanaman menjadi sehat dan kuat yang diharapkan dapat bertahan dari serangan organisme perusak.

### Pengolahan tanah

Dapat dilakukan dengan membajak tanah-tanah yang padat, bekas traktor atau bekas jalan (jalan sarad, jalan angkut kayu, dsb). Tanah-tanah demikian biasanya humusnya hilang. Oleh karena itu, setelah dibajak perlu diberi humus, dipupuk, dan disiram. Pengolahan tanah ini jarang dilakukan untuk pengelolaan hutan di wilayah Kalimantan Timur.

Lahan-lahan yang sering tergenang air pada waktu hujan perlu dibuatkan saluran air. Pemupukan hutan menyebabkan infiltrasi air ke dalam tanah berkurang sehingga lebih banyak mengalir di permukaan (*surface run off*) dan dapat mengakibatkan banjir atau tergenangnya air di tempat-tempat yang rendah.

- Pemilihan tempat tumbuh yang baik.

Hal ini menyangkut tentang keadaan tanah, iklim, ketinggian tempat dpl, dan kelerangan. Sebelum suatu lahan ditanami, perlu diketahui data mengenai kandungan nutrisi, mineral, air, zat kapur, pH, dan informasi lainnya yang berguna. Dengan adanya informasi tentang keadaan lahan tersebut, maka pemilihan jenis tanaman yang akan ditanam dapat disesuaikan, sehingga bisa mendapatkan hasil yang maksimal. Contoh: Penanaman hutan rakyat jati (*Tectona grandis*) di Tenggarong Seberang LII tidak dapat tumbuh optimal setelah dilakukan analisis tanah

kandungan zat kapur yang rendah, pH masam, dan unsur hara tanah yang rendah.

- Keberhasilan tempat tumbuh.

Metode tebang habis dengan pembakaran adalah cara lama yang sekarang sudah tidak dilakukan lagi pada program HTI karena asapnya mencemari udara, musnahnya flora dan fauna langka, erosi tanah, dsb. Sebenarnya cara lama tersebut efektif untuk menghilangkan segala bentuk organisme pengganggu. Tetapi kalau sisa-sisa kayu yang tidak habis terbakar masih menumpuk di permukaan tanah, maka akan mengundang rayap, serangga, dan jamur untuk dipakai sebagai inang sementara. Setelah lahan ditanami tanaman pokok yang mungkin saja sesuai untuk makanannya, maka tanaman ini akan terancam serangan. Kayu-kayu besar yang masih basah juga merupakan pelindung organisme perusak, pada waktu diadakan pembakaran. Oleh karena itu, lahan tanam harus bersih dari tonggak-tonggak dan sisa-sisa kayu. Di lahan tidak dibakar, ancaman organisme perusak sulit dihindari, karena di hutan merupakan gudang patogen. Untuk ini maka perlu dilakukan metode perlindungan dengan cara lain yang disesuaikan dengan kondisi setempat.

#### **D. Dengan Cara Perlindungan Terhadap Predator**

Perlindungan terhadap predator ini ialah melindungi predator seperti burung, kelelawar, semut, laba-laba, dsb. Perlindungan terhadap predator hendaknya dilakukan dengan penuh kesadaran. Di antara predator yang paling banyak mendapat ancaman (terutama oleh manusia) ialah burung. Perlindungan terhadap burung hendaknya jangan terbatas

pada jenis-jenis yang langka dan dilindungi oleh undang-undang saja. Banyak jenis-jenis burung yang sebenarnya predator serangga hama tidak dimasukkan di dalam daftar yang dilindungi. Hendaknya penjualan senapan angin dan bentuk-bentuk senapan berburu lainnya ditiadakan, pemiliknya dibatasi kepada pihak-pihak berwenang saja, terutama ditujukan untuk mengendalikan jumlah populasi satwa predator burung pemakan serangga hama, sehingga menjadi seminimal mungkin, tetapi tidak sampai punah. Contoh: elang, alap-alap, musang, kucing hutan, ular pohon, dsb.

#### **E. Dengan Cara Fisik Mekanik**

##### **- Pemagaran.**

Cara ini ditujukan terhadap binatang liar seperti rusa, babi, sapi hutan, banteng, dsb. Pagar terbuat dari kawat berduri yang diregangkan dengan kayu ulin adalah yang paling baik, tetapi biasanya mahal untuk hutan yang relatif luas, kecuali untuk persemaian. Selain itu, kerusakan di hutan yang ditimbulkan binatang besar relatif kecil, karena banyak makanan alternatif selain tanaman pokok, seperti jenis-jenis tumbuhan semak, rumput-rumputan, dsb. Yang paling penting untuk dipagar ialah kebun benih dan tanaman-tanaman percobaan yang biasanya relatif tidak luas. Babi biasanya membongkar tanah untuk mencari makanannya. Yang juga dapat membongkar akar tanaman muda. Binatang menyusui lainnya memakan daun dan pucuk-pucuk muda. Menggosok-gosokkan kepalanya dipohon sehingga kulit pohon terkelupas. Pemagaran dapat juga dilakukan terhadap setiap pohon

yang biasanya hanya dilakukan terhadap pohon-pohon di taman atau di pinggir jalan.



Gambar 2.1. Contoh pemagaran Perkebunan dan Persemaian

- Penutupan bedeng semai.  
Untuk mencegah kerusakan bibit tanaman dari curah hujan dan cahaya yang terlalu kuat di persemaian, maka dapat dipakai sarlon. Untuk menghindari bibit dari gangguan unggas dapat dipakai jaring (net) yang ditutupkan atau dipagarkan mengelilingi bedeng bibit.
- Pemanasan media.  
Secara umum media ini biasanya seperti sekam padi, pasir atau media lain. Pemanasan media hanya yang dipakai pada media tabur dan saphan, yaitu dengan cara menggongseng media selama minimal 2 jam atau menjemur di bawah sinar matahari selama beberapa hari agar supaya organisme perusak yang ada di dalamnya mati.
- Penutupan luka.  
Untuk mencegah masuknya patogen di tempat luka bekas pangkasan, maka luka tersebut diolesi cat atau tar. Pemothongan hendaknya dilakukan di pangkal cabang

untuk menghindari pembusukan sisa pangkasan, kecuali pada pohon-pohon yang bisa bertunas lagi pada tempat pangkas itu. Sisa cabang yang mati atau busuk itu bisa menjadi tempat masuknya patogen ke dalam kayu.

- Pengejutan.

Cara ini berupa suara (alarm) dan cahaya (lampu) yang dapat menakutkan binatang liar, terutama untuk menjaga kebun benih, persemaian atau areal percobaan. Suara dan cahaya dapat diperoleh dari alat yang dioperasikan dengan baterai atau listrik seperti pendeteksi gerak (*motion detector*).

## **F. Dengan Cara Kimia**

Penggunaan bahan kimia yang berupa pestisida dapat bertujuan untuk melindungi atau mencegah serangan patogen dengan cara menggunakannya pada benih, semai bahan vegetatif, dan pohon yang masih sehat. Perlindungan dari bahan kimia kepada bahan-bahan tanaman terhadap patogen hanya bersifat sementara karena efektivitasnya akan berkurang karena faktor cuaca.

## METODE PEMBERANTASAN PENYAKIT HUTAN



Pemberantasan berarti perlakuan secara langsung terhadap patogen yang sedang menyerang pohon dengan maksud agar serangannya terhenti. Sebelum pemberantasan dilakukan, perlu diketahui terlebih dahulu diagnosis dan prognosisnya.

Diagnosis ialah pengenalan (identifikasi) suatu penyakit yang berdasarkan atas gejala (*symptom*) yang ditunjukkan oleh pohon, misalnya: layu daun, perubahan warna kulit pohon atau kayu, matinya jaringan pada suatu bagian tertentu dari pohon, perubahan bentuk batang atau tajuk, luka keluarnya getah, dsb. Diusahakan pula untuk menemukan tandanya (*sign*), misalnya tubuh buah jamur (*fruit body*), miselium, spora atau serangga hama. Dari sini dapat dilakukan dengan tepat misalnya bila diketahui penyakitnya adalah karat daun yang disebabkan oleh sejenis jamur, maka pemberantasannya tidak hanya ditujukan kepada daun yang sakit yang terlihat pada saat itu saja, melainkan juga pada pohon-pohon atau semak-semak yang menjadi inang sementara yang ada di sekitarnya.

Prognosis ialah prakiraan kapan timbulnya, sifat patogen, tingkat serangan dan bagaimana cara mengatasinya. Timbulnya suatu penyakit dipengaruhi oleh iklim, umur pohon, jenis pohon yang menjadi inangnya yang berumur 2 tahun ke atas, maka pemberantasannya yang tepat dilakukan pada musim kemarau, yang mana pada waktu itu jamur dalam keadaan istirahat dengan stadium vegetatifnya.



Gambar 3.1. Tanda ulat penggerek batang pada pohon.

Keputusan untuk memberantas suatu penyakit ditentukan oleh tingkat serangan dan sifat penyakit itu sendiri. Walaupun tingkat serangannya rendah dan kelihatan tidak membahayakan, tetapi kalau penyebabnya dapat menular melalui spora yang disebarkan oleh angin, maka pemberantasannya perlu segera dilakukan. Tetapi perlu dipertimbangkan pula mengenai biaya yang akan dikeluarkan apakah masih efisien atau tidak. Efisien kalau metode pemberantasan yang dilakukan dapat menekan serangan patogen secara efektif. Perlu dilakukan analisa ekonomi terhadap tindakan pemberantas yang dilakukan.

#### **A. Dengan Cara Mekanik dan Fisik**

- Penangkapan dan pembunuhan.

Penangkapan ditujukan terhadap serangga atau binatang liar yang sedang merusak hutan. Penangkapan dapat dilakukan dengan menggunakan alat seperti jaring, jerat



atau jebakan. Untuk menjebak kumbang penggerek, *Pissodes* spp. digunakan pohon-pohon yang sakit atau yang patah atau yang telah rebah, karena serangga ini meletakkan telurnya pada pohon tersebut dengan terlebih dahulu menggerak kulitnya. Untuk menjebak serangga yang keluar pada malam hari dapat digunakan lampu, sedang untuk binatang liar digunakan jerat. Serangga yang ditangkap dapat langsung dibunuh. Metode pembunuhan juga dapat dilakukan dengan cara penyinaran dengan sinar ultra violet atau membakar pohon yang terserang tanpa menangkap serangganya terlebih dahulu.

- Pencabutan dan penebangan.

Cara ini ditujukan untuk bibit tanaman yang sakit di persemaian atau terhadap gulma di persemaian maupun di pertanaman, terutama gulma yang berakar dalam atau yang berimpang seperti alang-alang. Kalau bibit yang sakit disebabkan oleh patogen lodoh dan berada di dalam pot, maka harus diambil bersama dengan potnya, kemudian tanahnya disterilkan kembali dan bibitnya dibakar. Pohon-pohon yang tidak bernilai komersial dan pohon-pohon pokok yang terserang hama ditebang kemudian dibakar. Terhadap rayap dan jamur penyerang akar, pembakaran dilakukan pada pangkal pohon dan sekitarnya. Jenis-jenis perdu atau semak-semak dapat juga menjadi inang sementara bagi jenis-jenis jamur karat seperti *Cronartium ribicola* (penyebab karat pada batang *pinus* spp.) mempunyai inang sementara pada perdu jenis *Ribes*.

- Pentung  
Cara ini dipergunakan ketika berburu tikus secara beramai-ramai, sebelum mengerjakan tanah. Tikus-tikus yang keluar dari sarangnya diburu dan dipentong sampai mati. Binatang anjing sangat membantu dalam perburuan tikus ini.
- Pisau atau kawat  
Teknik ini dipergunakan untuk mengendalikan hama-hama penggerek pada pohon-pohon, seperti kumbang tanduk, *Rhinoceros* sp. pada pucuk pohon kelapa.
- Suhu panas atau dingin  
Suhu panas dapat juga untuk mengendalikan hama serangga. Setiap species serangga hama ketahanannya berbeda-beda, tetapi tidak ada yang hidup lama bila dikenakan suhu antara 60-66°C.  
Suhu dingin juga dapat dimanfaatkan untuk pengendalian, terutama terhadap species-species hama yang menyerang di dalam penyimpanan. Misalnya biji-bijian terlindungi dari serangan hama bila disimpan dalam suhu 4-10°C, sebab kebanyakan species hama gudang menjadi tidak aktif dalam suhu yang demikian. Yang penting ialah menurunkan kelembapan nisbinya menjadi 12%.
- Pagar dan lubang perangkap
- DII

## **B. Dengan Cara Kimia**

Bahan kimia pestisida yang dipakai untuk membasmi patogen dapat terdiri dari bahan aktif, pelekat, dan perata. Bahan aktif adalah bahan yang berpengaruh negatif langsung

terhadap patogen. Bahan pelekat adalah bahan yang membuat bahan aktif melekat kalau menyentuh suatu benda sehingga tahan terhadap air, angin, suhu, kelembapan, dan cahaya. Biasanya bahan pelekat yang dipakai adalah *gelatin*, *dextrin*, getah-getahan, dsb. Bahan perata adalah bahan yang dapat melarutkan bahan aktif dan bahan pelekat dengan merata bila dicampur dengan air, sehingga tidak terjadi penggumpalan atau pengendapan. Pestisida adalah bahan-bahan yang telah dikembangkan untuk membunuh sejumlah besar species hama tertentu. Asosiasi Kimia Nasional Amerika Serikat menyatakan bahwa yang juga termasuk pengertian pestisida ialah agensia yang dipergunakan untuk keperluan-keperluan khusus seperti zat pengatur tumbuh, zat pengatur daun, zat penggugur daun, zat pengering (*desiccant*), dan zat-zat lainnya yang sejenis seperti feromon, zat kimia pemandul, zat "anti-feedant", atraktan, repelen, sinergis.

## 1. Klasifikasi Pestisida

Klasifikasi pestisida dapat dibagi dua yaitu berdasarkan golongan hama yang dibunuh dan berdasarkan efek yang ditimbulkannya pada hama sasaran sebagai berikut:

a. Berdasarkan golongan hama sasaran yang dibunuh

<b>Pestisida</b>	<b>Golongan hama sasaran</b>
Akarisida/Mitisida	tungau, caplak dan laba-laba
Algesida	algae
Arborisida	pohon, semak, belukar
Avisida	burung
Bakterisida	bakteri
Fungisida	jamur

<b>Pestisida</b>	<b>Golongan hama sasaran</b>
Herbisida	gulma
Insektisida	serangga dan kadang-kadang tungau dan laba-laba
Molusida	Keong-keongan (siput)
Nematisida	Nematode
Pisida	Ikan
Predasida	Hama vertebrata
Rodentisida	Hama tikus

b. Berdasarkan efek pestisida terhadap hama.

<b>Pestisida</b>	<b>Pengaruhnya</b>
Anti-makan ( <i>anti-feedant</i> )	Menghalangi makan, hama tetap tinggal pada tanaman, hama kelaparan dan akhirnya mati
Anti-transpiran	Mengurangi transpirasi
Atraktan	Menarik hama kepada lokasi yang memperoleh perlakuan (atraktan seks)
Zat kimia pemandul	Merusak kemampuan hama bereproduksi
Penggugur daun ( <i>defoliant</i> )	Menghilangkan pertumbuhan bagian tanaman yang tidak dikehendaki, tanpa membunuh tanaman seketika
Zat pengering ( <i>desiccant</i> )	Mengeringkan daun, batang, dan serangga
Feromon	Melepaskan atau menghalangi perilaku tertentu dari serangga
Zat pengatur tumbuh	Menghentikan, mempercepat atau merubah proses pertumbuhan tanaman

<b>Pestisida</b>	<b>Pengaruhnya</b>
Repelen	Mengusir hama dari objek yang memperoleh perlakuan, tanpa membunuhnya
Sinergis	Meningkatkan efektivitas dari agensia yang aktif

## 2. Klasifikasi Insektisida

Insekta dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok besar yaitu:

- Berdasarkan susunan kimia.
  - Berdasarkan cara kerjanya.
- a. Insektisida berdasarkan susunan kimia dapat dibagi lagi menjadi kelompok inorganik dan kelompok organik. Kelompok organik ini dapat lagi menjadi kelompok organik sintetik dan kelompok organik alamiah.

Kelompok inorganik tersebut berasal dari unsur-unsur alamiah dan tidak mengandung karbon. Misalnya arsenikum, merkurium dan taliun, semuanya persisten yang daya racunnya bersifat akumulatif. Unsur-unsur yang lain yang paling banyak dipergunakan ialah arsenikum, boron tembaga, sulfur, merkurium. Di bawah ini beberapa contoh kelompok inorganik: asam borat, kalsium sianida, sulfat tembaga, arsenat timbal, kapur belerang (bubur bordo), taliun sulfat dan sejumlah senyawa mengandung merkurium dan sodium. Unsur yang mengandung tembaga masih banyak dipergunakan sebagai fungisida.

Kelompok organik sintetik terdiri atas unsur-unsur karbon, hydrogen, dan beberapa unsur seperti klorin,

oksigen, belerang, fosfor, dan nitrogen. Kelompok ini merupakan hasil sintesa manusia. Kelompok organik sintetik ini dapat diklasifikasikan lagi berdasarkan unsur utama yang dikandungnya yaitu senyawa-senyawa sebagai berikut:

1) Organofosfor

Contoh: melation, monokrotofos, parathion, fosfamidon, bromofos, diazinon, dimetoat, diklorfos, fenitrothion, fention, dan lainnya. Bekerja sebagai insektisida kontak atau sistemik. Kebanyakan di antaranya memiliki aktivitas residu dalam waktu pendek, karena itu perlu diaplikasikan berulang-ulang.

2) Metil karbamat yang mengandung fenol seperti BPMC, karbaril, MIPC, metiokarb, propoksur, dan beberapa lainnya; metal karbamat dan dimetil karbamat yang mengandung senyawa-senyawa hidroksiklik seperti bendiokarb, karbofuran, dimetilon, dioksakarb, dan oksikarboksin. Kebanyakan di antaranya juga memiliki aktivitas residu jangka pendek. Seperti pada senyawa organofosfor senyawa ini menghalangi kolinesterase. Herbisida profam dan klosprofam juga termasuk karbamat ini.

3) Organoklorin seperti DDT, aldrin, dieldrin, BHC, HCH, endrin, lindane, heptaklor, toksafin, pentaklorofenol dan beberapa lainnya. Senyawa-senyawa ini adalah sintetik, kebanyakan sebagai racun kontak dan racun perut. Kebanyakan diantaranya memiliki aktivitas residu dalam jangka panjang. Ada kecenderungan

menumpuk di dalam rantai makanan yang menimbulkan kematian pada ikan dan kehidupan lainnya. Oleh karena itu, penggunaannya sangat dibatasi.

- 4) Piretroid sintetis yaitu senyawa-senyawa yang struktur kimianya seperti piretrin yang berasal dari tumbuhan. Piretroid ini menunjukkan efikasi yang lebih tinggi terhadap serangga dan pada umumnya toksisitasnya terhadap mamalia lebih rendah dibandingkan dengan insektisida lainnya. Namun, kebanyakan di antaranya sangat toksik terhadap ikan, tawon madu, dan serangga berguna lainnya. Bekerjanya terutama secara kontak dan tidak sistemik. Kebanyakan senyawa piretroid adalah lipofilik dan tidak larut dalam air. Sifat ini meningkatkan ketahanannya terhadap air dan resistensinya pada daun. Kebanyakan di antaranya bertekanan udara rendah dan karena itu tidak cepat menguap. Ada yang peka terhadap sinar matahari (alletrin, bioalletrin) karena itu tidak dipergunakan di lapangan. Jenis yang tahan sinar matahari seperti sipermetrin, permetrin, dekametrin dipergunakan mengendalikan hama di lapangan.
- 5) Fumigan, ada beberapa macam di antaranya adalah metal bromide, etilin dibromida, karbon disulfide, fosfin, dan naftalin dipergunakan untuk mengendalikan serangga hama gudang, hama rumah, dan tikus. Daya racunnya berbeda-beda satu sama lain, tetapi semuanya sangat mudah diabsorpsi oleh paru-paru.

- 6) Zat-zat pengatur tumbuh serangga adalah senyawa-senyawa organik sintetik yang dibuat untuk meniru aktivitas hormon-hormon yang dimiliki oleh serangga. Zat-zat kimia ini mengganggu pertumbuhan normal serangga sasaran dan akan mati tanpa dapat berkembang biak, misalnya diflubenzuron, kinoprin dan metoprin.
- 7) Minyak-minyak mineral. Ini adalah minyak paraffin yang dihaluskan dan dibuat emulsi yang diaplikasikan secara ringan pada tanaman untuk mengendalikan tungau. Misalnya summer oils, winter washes, dinitrokresol dan super oil.
- 8) Senyawa-senyawa mikroba adalah mikroba (jamur, bakteri virus) yang diformulasikan oleh manusia. Misalnya senyawa mikroba yang mengandung *Bacillus thuringiensis* banyak dipergunakan untuk mengendalikan hama-hama Lepidoptera; *Bacillus popilliae*, dan *Bacillus lentimorphus*, untuk mengendalikan kumbang Jepang.

Kelompok insektisida organik alamiah, dikenal juga dengan insektisida botanik, memang berasal dari bahan-bahan tanaman. Insektisida ini cenderung tidak mantap dan berumur pendek. Tetapi memiliki daya bunuh cepat dan daya racunnya rendah, kecuali nikotin. Beberapa contoh insektisida botanik adalah sebagai berikut:

<b>Insektisida</b>	<b>Asal</b>
Nikotin	<i>Nicotiana tabacum</i> (daun)
Pyrethrum	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> (daun)
"Red squil"	<i>Urginea maritima</i> (umbi)



<b>Insektisida</b>	<b>Asal</b>
Rotenon	<i>Derris sp</i> (akar)
Ryania	<i>Ryania speciosa</i> (akar)
Sabadilla	<i>Schoenocaulon officinale</i> (tanaman)

- b. Kelompok insektisida berdasarkan cara kerjanya ialah bagaimana efeknya dan bagaimana cara masuknya ke dalam tubuh hama. Setelah insektisida ke dalam tubuh serangga hama ia akan mempengaruhi proses hidup hama itu. Efek-efek yang terlihat adalah mati, sakit, perubahan perilaku, pertumbuhan, metabolisme atau kapasitas reproduksinya. Misalnya:
- 1) Racun-racun perut masuk ke dalam perut serangga hama melalui mulut, diabsorpsi ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan.
  - 2) Racun kontak pada umumnya masuk ke dalam tubuh hama melalui kontak tubuh serangga dengan permukaan daun yang mengandung racun tersebut. Racun-racun ini merusak sistem syaraf dan pernafasan hama.
  - 3) Fumigan, mudah sekali menguap dan masuk ke dalam tubuh serangga hama dalam bentuk gas melalui sistem pernafasannya.
  - 4) Racun sistemik diaplikasikan pada daun, batang, buah-buahan atau akar diabsorpsi oleh tanaman. Di dalam tubuh tanaman racun tersebut bergerak melalui sistem vaskuler menuju bagian-bagian yang tidak terkena perlakuan racun itu. Selama hama memakan racun itu juga akan ikut termakan. Racun

sistemik itu juga dipergunakan untuk mengendalikan hama-hama ternak.

- 5) Racun penyebab mati lemas (*suffocation*) adalah racun yang menyumbat saluran pernafasan, biasanya senyawa yang mengandung minyak karena tidak dapat bernapas hama tersebut mati.

### **C. Formulasi Pestisida**

Pestisida yang dipasarkan terdiri atas berbagai bahan yang dicampur menjadi suatu campuran, disebut formulasi. Bahan yang pokok disebut bahan aktif (*active ingredient*) yang berfungsi sebagai pembunuh hama sasaran. Bahan aktif ini disintesis di pabrik dalam berbagai bentuk yaitu kristal besar, gumpalan, seperti minyak kental, dan sebagainya. Bahan aktif ini dicampur dengan berbagai bahan ramuan (*inert ingredient*). Setiap bahan tadi mempunyai fungsi sendiri-sendiri, semuanya untuk meningkatkan daya kerja pestisida tersebut. Formulasi dapat terdiri atas:

- Bahan Aktif; merupakan bahan pokok pembunuh hama, sifat-sifatnya (kemantapan, titik didih, daya larut, penguapan) menentukan pemilihan bahan ramuan yang lainnya.
- Pelarut, pemilihan pelarut ditentukan oleh daya larut bahan aktif, fitotoksisitas pelarut terhadap tanaman, aspek-aspek keamanan terhadap pengguna, penguapan yang akan menentukan metoda aplikasi dan daya campurnya dengan air. Ada yang tidak dapat bercampur dengan air dan ada yang dapat bercampur dengan air.
- Pembawa (*carrier*); biasanya berupa bahan padat yang digunakan untuk mengencerkan pestisida itu, biasanya

dalam formulasi kering yang berupa serbuk, bedak, dan granula (butiran).

- Surfaktan (emulsi, pembasah, pendispersi, *foam*, penyebar), merupakan agensia yang penting dalam formulasi pestisida, misalnya untuk menurunkan tekanan permukaan, hingga pestisida lebih mudah menyebar di permukaan daun.
- Stabilisier, bertujuan untuk mempertahankan agar formulasi tetap aktif dan mantap, tidak berubah karena berbagai pengaruh.
- Sinergis, meningkatkan daya kerja bahan aktif pestisida, dengan memblokir mekanisme detoksifikasi serangga, misalnya piperonil butoksid ditambahkan pada piretrin dan piretroid.
- Pembasah, (contoh deterjen), bertujuan agar pestisida dapat membasahi seluruh permukaan tanaman yang disemprot, misalnya pada daun yang licin (daun kubis).
- Minyak-minyak, ditambahkan pada formulasi semprotan untuk meningkatkan aktivitas biologinya, diformulasi dalam minyak emulsi (*emulsifiable*).
- *Defoamer*, bertujuan agar hasil semprotan tidak berubah menjadi *foam* (busa).
- Agensia pematat (*thickener*), agar hasil semprotan tidak mudah dihembus angin ke mana-mana (*anti drift*) dan agar pestisida tidak mudah mengalir jatuh ke tanah setelah penyemprotan.
- Agensia pewarna, untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan, misalnya pestisida untuk perlakuan biji diberi warna yang mencolok agar mudah dapat dibedakan

dengan biji yang tanpa perlakuan pestisida. Formulasi granula juga diberikan warna.

Pestisida diformulasi dalam pabrik yang khusus untuk memformulasi pestisida, disebut pabrik formulasi (*formulation plant*). Pabrik tersebut biasanya terdiri dari alat-alat pencampur serbuk atau larutan dan saringan-saringan. Adalagi alat pembuat granula yang terdiri atas alat pencampur, pengering dan alat menentukan mutu (*grader*).

Beberapa tipe formulasi pestisida sebagai berikut:

- a. WP (*wettable powder*) : tepung larut dalam air
- b. EC (*emulsifiable concentrate*) : konsentrat teremulsi
- c. CS (*capsule suspension*) : kapsul suspense
- d. SC (*suspension concentrate*) : konsentrat suspense
- e. WP (*wettable powder*) : tepung larut air
- f. OL (*oil miscible liquid*) : cairan campur minyak
- g. GR (*granules*) : granular atau butiran
- h. RB (*bait-ready for use*) : umpan
- i. Formulasi lepas terkendali : (*controlled release formulation*)

#### **D. Toksisitas Pestisida**

Penggunaan pestisida untuk mengendalikan hama-hama tanaman selalu mempunyai dua sisi: bila ia efektif dan diaplikasikan menurut petunjuk, dapat menurunkan populasi hama tanaman; tetapi selalu mengandung risiko kecelakaan pada manusia dalam bentuk keracunan kronik/akut dan atau kematian dan pencemaran lingkungan. Belum lagi risiko reaksi populasi hama sasaran yang diperlakukan dengan pestisida tertentu secara berulang-ulang.

Untuk mengurangi berbagai risiko yang tidak dikehandaki tersebut dan menetapkan prosedur penggunaan pestisida mutlak perlu diketahui bagaimana terjadinya keracunan itu dan derajat keracunan setiap jenis pestisida. Manusia atau hewan dapat keracunan pestisida melalui mulut (oral), karena sejumlah pestisida tertelan. Dapat juga melalui kulit (dermal), karena pestisida masuk ke dalam tubuh melalui pori-pori dan kulit itu sendiri. Keracunan dapat juga terjadi melalui paru-paru ketika udara yang tercemar pestisida terhirup.

Unit untuk mengukur derajat keracunan akut oral atau dermal pestisida adalah milligram bahan aktif pestisida tertentu terhadap hewan percobaan, seperti tikus atau kelinci. Dipergunakan nilai dosis letal 50 ( $LD_{50}$ ) ialah suatu estimasi statistik dari dosis pestisida yang akan membunuh 50% hewan percobaan di bawah kondisi tertentu. Nilai  $LD_{50}$ : milligram dari bahan aktif per kilogram berat badan (mg/kg).

Dari hasil-hasil percobaan tersebut pestisida dapat diklasifikasikan dalam kelas yang sangat berbahaya sekali, berbahaya sekali, cukup berbahaya dan sedikit berbahaya seperti Tabel 3.1 Berikut:

Tabel 3.1. Klasifikasi Pestisida Berdasarkan  $LD_{50}$  oral/dermal terhadap Tikus Percobaan (Oudejans, 1991).

Klasifikasi	LD50 untuk tikus (mg/kg berat badan)			
	Padat	Cairan	Padat	Cairan
Sangat berbahaya sekali	> 5	< 20	< 10	< 40
Sangat berbahaya	5-50	20-100	10-100	40-400
Cukup Berbahaya	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
Sedikit Berbahaya	> 500	> 1000	> 1000	> 4000

Tabel 3.1 tersebut di atas menunjukkan bahwa semua pestisida adalah racun sehingga harus sangat berhati-hati bergaul dengannya. Berat badan mempengaruhi daya keracunan, demikian pula species hewan yang berbeda. Oleh karena itu, angka-angka dosis letal yang disebutkan hanya merupakan suatu indikasi, bahwa formulasi yang satu lebih/kurang toksik dibandingkan dengan yang lain, jadi nilainya adalah nisbi. Biasanya yang dimaksud dalam LD<sub>50</sub> ialah bahan aktif pestisida, tetapi untuk lebih praktisnya penggunaan pestisida lebih menginginkan LD<sub>50</sub> formulasi.

### **E. Penyimpanan, Transport, Membuang Pestisida**

Semua pestisida adalah racun. Oleh karena itu, harus dikelola dengan sangat hati-hati. Penyimpanan yang baik merupakan salah satu pengelolaan pestisida yang mengusahakan agar pestisida tidak cepat rusak akibat faktor-faktor panas, lembap, asam, korosi, serangan jamur, kebocoran, dan sebagainya. Rentang waktu selama produk tersebut dapat disimpan sebelum ia menjadi rusak hingga berpengaruh kepada penggunaannya, disebut *pesticide shelf life* yaitu masa sebelum pestisida itu kedaluwarsa.

Hampir semua pestisida memiliki rentang waktu sebelum ia kedaluwarsa, bagaimanapun cermat dan baik kemasan dan penyimpanannya. Ini disebabkan karena bahan aktifnya mungkin sudah berubah, konsentrasinya sudah menurun, formulasinya mungkin sudah rusak, kemasannya menjadi korosi karena pengaruh pestisida itu. Pestisida akan makin cepat menjadi rusak apabila kemasannya sudah terbuka.

Jumlah pesanan dan teknik menyimpan pestisida yang baik mutlak diperlukan. Memesan pestisida seperlunya saja

sesuai dengan perkiraan keperluan. Bila terlalu banyak, yang tersisa mungkin sudah kadaluwarsa sebelum diperlukan lagi.

Persediaan di penyimpanan harus diinspeksi secara teratur tentang kemungkinan adanya kebocoran, korosi, pecah, perubahan warna, pemanfaatan, sedimentasi, pengentalan, dan lain-lain. Bila datang pesanan baru persediaan lama harus dipergunakan terlebih dahulu. Ini untuk menghindari penumpukan persediaan lama.

Ada sejumlah persyaratan pengamanan bagi mereka yang ditugaskan dalam penyimpanan pestisida. Demikian juga persyaratan gudang penyimpanan mengenai tempat, ukuran, konstruksi gudang, bentuk, pengaturan ruang di dalamnya, aerasi, pintu masuk, lantai, dinding, atap, lantai sekitar gudang, listrik, persediaan air, drainase, dan sebagainya, harus dipenuhi untuk pengamanannya.

Pestisida harus diangkut ke tempat-tempat yang diperlukan dengan kapal, karena api, truk, pick up, gerobak, dan sebagainya. Alat-alat pengangkut tersebut harus diberi ventilasi yang cukup, bila berhenti harus dijaga dan tempat pengemudi harus terpisah dari pestisida. Paling baik mengangkut kemasan-kemasan yang relatif kecil. Ketika menaikkan dan menurunkan kemasan-kemasan pestisida itu harus tetap hati-hati, jangan sampai ada yang terjatuh/terguling. Pengemudi dan keneknya harus mengetahui benar apa yang diangkutnya dan ia harus diberi tahu apa harus dilakukannya apabila terjadi kecelakaan di jalan. Dalam hal ini pengemudi harus cepat menginformasikan kepada petugas dan masyarakat, agar dapat diambil langkah-langkah yang tepat yaitu:

- a. Segera mematikan mesin kendaraan.
- b. Segera menghubungi polisi dan perusahaan pestisida.
- c. Diusahakan membatasi pestisida yang berceceran dengan menutupnya dengan pasir/tanah.
- d. Tempat-tempat yang terkena pestisida harus ditandai agar masyarakat tidak menginjaknya.
- e. Membuat inventaris yang teliti dari sisa-sisa pestisida.
- f. Semua kemasan diperiksa labelnya dan diperbaiki.
- g. Sekeliling truk tersebut diberi tanda bahaya tentang pestisida.

Ada petunjuk-petunjuk khusus bagaimana menyimpan pestisida di dalam gudang. Misalnya kemasan-kemasan pestisida tidak boleh langsung ditaruh pada lantai, tetapi harus ditopang dengan kayu atau batu bata, agar kebocoran dapat diketahui lebih mudah.

Di dalam gudang sering terjadi kebocoran dan pestisida meleleh di lantai. Ini harus segera dibersihkan agar tidak diabsorpsi lantai. Lantai harus dari bahan yang tidak mengabsorpsi apa-apa. Kebocoran sering terjadi ketika mengangkut karena perlakuan kasar dan di gudang karena terjadi korosi. Kemasan-kemasan yang bocor harus segera diganti dengan kemasan baru.

Personel yang terkontaminasi dengan pestisida harus segera mandi dengan banyak sabun dan air mengalir. Kemudian bagian-bagian yang terkena dicuci dengan deterjen atau dibakar saja. Kendaraan dan alat-alat lainnya yang terkontaminasi juga segera harus dicuci dengan menggunakan banyak sabun/deterjen dan air mengalir. Drum,



kaleng, bungkus plastik, botol, dan sebagainya yang telah dipergunakan sebagai tempat dan pembungkus pestisida tidak akan pernah bebas sama sekali dari sisa-sisa pestisida. Karena itu, setelah dibersihkan segera harus dibuang di tempat yang aman dari anak-anak, sebaiknya dikubur atau dapat juga dipergunakan lagi, tetapi hanya sebagai tempat pestisida. Bila demikian labelnya tidak boleh salah.

## **F. Alat-Alat dan Metode Aplikasi Pestisida**

Aplikasi pestisida tergantung dari formulasinya. Formulasi granula tidak menggunakan alat, cukup dengan tangan yang dilindungi dengan sarung tangan. Aplikasi formulasi larutan/hembusan harus mempergunakan alat semprot. Ada berbagai alat semprot yaitu:

1. Dioperasikan dengan tangan yang dilengkapi dengan pompa hidrolis. Ada beberapa tipe yaitu trombone, stirrup, pompa bahu, pompa dengan tangkai tipe piston, dan tipe diafragma.
2. Penghembusan kabut yang bermotor (*motorized knapsack mistblower*). Tangki alat ini dipikul pada punggung pemakai, pestisida disemprotkan keluar dengan tekanan udara yang didorong mesin. Alat ini juga ada beberapa tipe yaitu yang dapat dijinjing dan *rotary duster* yang ditaruh pada perut bagian muka. Pada tipe-tipe yang lebih besar tangkainya ditaruh di atas alat pengangkut agar lebih mudah dapat dipindah-pindahkan.
3. Pesawat udara tipe tertentu juga dipergunakan untuk mengaplikasikan pestisida dari udara. Formulasi pestisida yang dipergunakan ialah *ultra low volume* (ULV).

Konstruksi alat-alat aplikasi pestisida tersebut cukup rumit, mudah rusak, dan harganya mahal. Oleh karena itu, harus dipelihara baik-baik. Sebelum dan sesudah dipergunakan alat tersebut harus bersih dari sisa-sisa pestisida, terutama mulut pipa semprot (*nozzle*) tidak tersumbat. Harus menggunakan air bersih sebagai pengencer dan harus menggunakan saringan ketika memasukkan larutan pestisida ke dalam tangki. Diperhatikan jangan sampai tangki bocor. Sambungan-sambungannya tidak boleh ada yang terlepas atau kurang erat.

Hasil aplikasi pestisida yang baik ialah bila pestisida tersebut distribusinya merata pada tanaman/bagian tanaman yang menjadi sasaran.

1. Bagian pompanya diperiksa apakah ada yang bocor, sambungan kurang erat atau ada yang pecah. Bagian-bagian yang rusak segera diganti. Demikian juga semprotnya, terutama mulutnya (*nozzle*).
2. Isilah tangki  $\frac{3}{4}$ -nya melalui corong dan saringan agar kotoran tertahan. Kemudian keraskan tutupnya. Tergantung dari petunjuk, tekanan udara dinaikkan dengan memompa 15-20 kali. Ketika memompa mulut pipa semprot diarahkan menjauh dari tubuh kita agar tidak terkena semprot atau searah dengan arah angin di lapangan, bila terdapat kesalahan dalam alat itu. Kemudian periksa apakah tidak ada kebocoran-kebocoran.
3. Lakukan penyemprotan percobaan dengan mengarahkan mulut pipa semprot ke arah permukaan tanah setinggi kira-kira 1 m di atas tanah. Bila semprotan masih terlihat kasar, tekanan tangki masih perlu dinaikkan, tetapi

perhatikan, tekanan di dalam tangki tidak boleh melebihi batas yang telah ditentukan. Bila semprotan masih saja kasar, pipa berikutnya mulut semprot perlu dibersihkan. Setelan di ujung *nozzle* disesuaikan dengan keinginan kita untuk kasar dan halus nya semprotan.

4. Usahakan agar letak tangki di punggung dirasakan baik, seimbang, tidak miring atau tidak terlalu ke bawah. Mengikat tali pengikatnya tidak terlalu erat atau longgar.
5. Kecepatan jalan ketika menyemprot perlu diatur dan disesuaikan untuk mempertahankan dosis semprotan per kesatuan luas dan penyebaran semprotan yang merata. Jarak antara mulut semprot dengan tanaman bervariasi, tetapi tidak terlalu jauh, juga tidak terlalu dekat. Arah semprotan juga penting untuk diperhatikan, selalu menjauh dari penyemprotan dan tidak melawan arah angin menghembus.

## **G. Pengelolaan Pestisida**

Oleh karena pestisida itu adalah racun yang berisiko tinggi mencemari lingkungan fisik, biota, dan menimbulkan kecelakaan bagi manusia, terutama mereka yang langsung bekerja dengan pestisida, jadi termasuk barang-barang berbahaya, maka pestisida mutlak perlu dikelola dengan sebaik-baiknya dengan tujuan meminimalkan risiko yang tidak dikehendaki itu. Pengelolaan pestisida dapat dilihat dari beberapa segi yaitu segi teknis, segi ekonomi atau sosial dan segi hukum.

Dalam konsep pengelolaan hama terpadu (PHT) selalu diusahakan mengharmonisasikan penggunaan pestisida

dengan taktik-taktik pengendalian yang lainnya. Salah satu caranya ialah pestisida harus memiliki:

1. Selektivitas intrinsik yang tinggi, yaitu pestisida harus hanya membinasakan hama sasaran dan tidak boleh atau sesedikit mungkin merusak makhluk-makhluk bukan sasaran (Oka, 1988). Misalnya dalam mengendalikan hama wereng, *Nilaparvata lugens* suatu insekstatik (menghalangi ganti kulit) seperti buprophenin, dilaporkan hanya efektif terhadap hama wereng itu sendiri, tetapi tidak berpengaruh terhadap musuh-musuh alam dan species-species lainnya. Formulasi pestisida konvensional yang demikian sangat jarang.
2. Faktor-faktor operasional yaitu waktu aplikasi yang tepat, metode aplikasi yang tepat, dosis aplikasi yang tepat, semua ini berhubungan erat dengan biologi dan ketentuan ambang ekonomi serangga hama sasaran. Misalnya waktu aplikasi yang paling baik ialah pada pagi atau senja hari ketika angin masih tenang dan bila populasi hama sasaran telah berada dalam ambang ekonomi. Mengenai metode aplikasi misalnya semprotan harus merata dan mengarah pada hama sasaran, tidak boleh melawan arah hembusan angin, sedangkan mengenai dosis aplikasi sudah ditentukan dalam petunjuk tentang penggunaannya.

## **H. Ekonomi atau Sosial**

Segi ekonomi atau sosial tentang pestisida ialah menyangkut perdagangan dan dampaknya terhadap masyarakat luas, terutama penghasil dan konsumen. Para produsen pestisida, pedagang besar, pengecer,

berkepentingan agar pestisida yang telah memperoleh izin untuk dipergunakan, dapat dijual kepada masyarakat yang berkepentingan dengan memperoleh keuntungan. Sebaliknya, mereka yang memerlukan pestisida mengharapkan agar pestisida yang mereka perlukan selalu tersedia dengan harga yang dapat dijangkau. Kepentingan yang berlawanan ini mudah mengakibatkan praktik-praktik yang tidak wajar, seperti menyembunyikan persediaan formulasi-formulasi yang diperlukan, melanggar ketentuan peraturan perundang-undangan, antara lain pemalsuan formulasi, pelanggaran penggunaan dan sebagainya, secara sadar atau tidak. Mengenai ketentuan harga pestisida, dalam pasaran bebas seperti sekarang ini, ditentukan oleh mekanisme penawaran permintaan. Praktik pemalsuan, pelanggaran penggunaan, mutlak memerlukan pengawasan sebagai salah satu kegiatan dalam pengelolaan pestisida, agar masyarakat tidak dirugikan.

Seperti telah berulang kali dikemukakan pestisida memang berbahaya bagi lingkungan fisik dan biota, terutama bagi pengguna dan masyarakat konsumen produksi pertanian. Ini pun mutlak memerlukan sistem pengelolaan pestisida untuk melindungi konsumen.

## **I. Perundang-undangan tentang Pestisida**

Pada dasarnya perundang-undangan tentang pestisida adalah mengelola pestisida berdasarkan kekuatan hukum. Biasanya perundang-undangan itu mulai dari pendaftaran, perizinan, perlakuan, dan penggunaan yang aman, penyimpanan, transport, pembuangan, dan sanksi-sanksi bagi pelanggar. FAO (2014) telah mengeluarkan penuntun yang

dimuat dalam *The International Code of Conduct on Pesticide Management*.

Aktivitas utama FAO dalam bidang proteksi tanaman hendaknya membantu negara-negara berkembang dalam menyusun (bagi yang belum punya) dan bagi mereka yang sudah memiliki, menyempurnakan perundang-undangan pestisida mereka masing-masing. Ini untuk sebagian telah dilakukan dengan didirikannya empat panel ahli, salah satu di antaranya ialah panel ahli tentang spesifikasi pestisida, persyaratan registrasi dan standar aplikasi pestisida. Panel tersebut menghasilkan dua buku penuntun yang berjudul *Guidelines for Legislation concerning the Registration for Sale and Marketing of Pesticides* dan *A Model for the Establishment of National Organizations for the Official Control of Pesticides*.

Di Indonesia, juga negara-negara Asia seperti Malaysia, Thailand, Filipina, dan Vietnam telah memiliki perundang-undangan tentang pestisida. Meskipun materinya masih perlu terus diperkuat, tetapi salah satu kelemahannya ialah tentang pelaksanaannya, misalnya bila diketahui ada pelanggaran penggunaan atau pemalsuan. Ini disebabkan oleh kekurangan fasilitas sistem pengawasan (laboratorium analisis residu pestisida, pengawasan mutu, kekurangan personel yang terlatih), ketidaktahuan kebanyakan dari para petani tentang penggunaan pestisida yang aman dan kekurangan kesadaran atau pengertian masyarakat tentang bahaya pestisida.

Fasilitas fisik, penambahan personel ahli, dan trampil memang perlu sekali untuk diadakan, tetapi yang lebih penting ialah mendidik para petani, petugas lapangan, dan masyarakat tentang bahaya pestisida dan bagaimana mengatasinya. Sekolah-sekolah Lapang PHT di Indonesia

yang sedang dikembangkan sangat berperan dalam menekan penggunaan pestisida yang tidak perlu. Negara juga melaksanakan kegiatan yang sama untuk mengembangkan produk yang ramah lingkungan aman untuk dikonsumsi oleh manusia.

## J. Cara Kerja Bahan Kimia

Bahan aktif ialah dapat berupa:

- Pembasmi, pembunuh

Yaitu bahan tersebut bekerja bila termakan atau terisap kedalam tubuh. Bahan kimia dapat bekerja aktif kalau masuk kedalam tubuh lewat mulut (peroral). Lewat kulit (perkutan) atau lewat hidung. Ada pestisida yang bersifat kontak, yaitu akan berpengaruh kalau mengenai secara langsung. Pestisida yang bersifat sistemik, yaitu pestisida yang dapat terserap keseluruh tubuh tanaman lewat daun, batang atau akar, sehingga patogen yang memakan atau menginfeksi tanaman tersebut akan mati. Contoh: herbisida, insektisida, fungisida, nematisida, dsb.

Beberapa contoh herbisida:

**STIKO 480 SL** adalah herbisida sistemik berbahan aktif IPA-glifosat 48% yang terbukti ampuh mengendalikan gulma dan dapat larut di berbagai jenis air. Stiko diformulasi dengan teknologi ZP90 yang dikembangkan oleh FMC, diperkaya dengan *surfactan*,



sehingga mempercepat daya kerja, lebih tahan hujan, dan kemarau dan lebih tuntas mengendalikan gulma. Butiran semprot tidak jatuh terbuang meski pada permukaan daun yang memiliki kutikula paling tebal sekalipun.

ZP90 menjadikan Stiko kaya akan surfactan sehingga tegangan pada permukaan daun berkurang dan bahan aktif stiko dapat masuk lebih cepat ke jaringan gulma.

Stiko 480 SL menjadi herbisida yang paling kental, paling ampuh dan paling unggul, karena teknologi ZP90 membantu bahan aktif stiko saat penetrasi dan bertranslokasi hingga ujung akar, akibatnya gulma dapat dikendalikan secara tuntas.

**HERBISIDA SISTEMIK** purna tumbuh berbentuk larutan dalam air berwarna kuning jerami berbahan aktif isopropil amina glifosat 480 gr/lit (setara dengan glifosat 360 gr/lit) dan sangat efektif mengendalikan alang-alang *Imperata cylindrica* pada laha tanpa tanaman, gulma berdaun lebar dan berdaun sempit pada tanaman kelapa sawit (TBM), karet (TM), tanaman teh, jarak pagar, dan ubi kayu.



Keuntungan penggunaan herbisida Bionasa 480 SL

- Bekerja secara sistemik, ditranslokasikan melalui daun dan disalurkan ke seluruh bagian gulma sehingga dapat mengendalikan gulma tuntas sampai ke akar-



akarnya.

- Efektif mengendalikan berbagai jenis gulma seperti alang-alang, teki, rumput-rumputan, dan gulma berdaun lebar.
- Tidak aktif di dalam tanah dan tidak terserap oleh akar tanaman sehingga tidak merusak tanaman pokok.
- Sudah mengandung bahan perekat dan perata Bersifat tidak menguap, sehingga tidak akan merusak tanaman pokok.
- Dapat dicampur dengan herbisida lainnya, seperti 2, 4-D dan metyl metsulfuran untuk memperluas spektrum pengendaliannya.

Bionasa 480 SL sudah teruji kualitasnya dan efektif mengendalikan alang-alang sampai ke akar rimpangnya dan gulma-gulma lainnya.

Cara dan Waktu Penyemprotan:

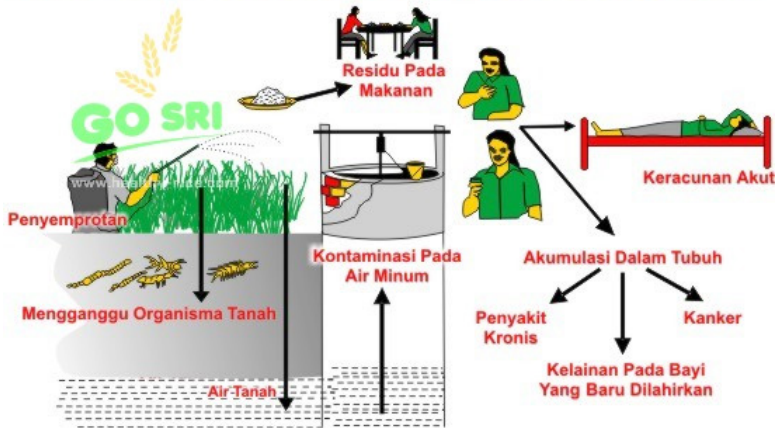
Penyemprotan dilakukan pada saat kondisi gulma tumbuh subur agar dapat meningkatkan penyerapan dan menghemat pemakaian produk. Penyemprotan dilakukan pada pagi hari saat udara cerah dan tidak ada angin kencang.

Gunakan air bersih untuk membuat larutan semprot, lakukan pembuatan larutan semprot dalam wadah ember dan diaduk hingga campuran merata. Pastikan alat semprot berfungsi dengan baik terutama *nozzel*-nya. Lakukan kalibrasi terlebih dulu sebelum melakukan penyemprotan agar hasil semprotan merata dan sesuai dengan dosis yang direkomendasikan.

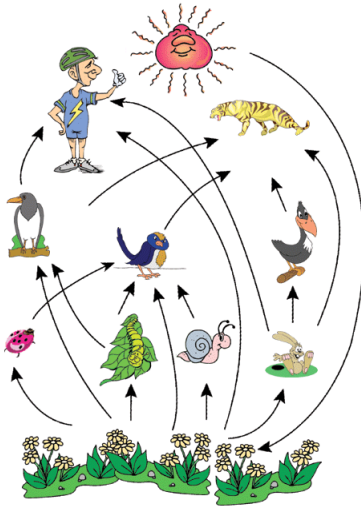


Gambar 3.1. Beberapa contoh pestisida

## HATI-HATI BAHAYA PESTISIDA KIMIA !!!



Gambar 3.2. Efek penggunaan pestisida kimia



Gambar 3.3. Pengaruh penggunaan bahan kimia terhadap ekosistem

- Penolak, pencegah, pengejut (*repellent*)  
 Adalah pestisida yang berpengaruh di syaraf perasa seperti hidung dan lidah. Dipakai terhadap binatang besar yang bila tercium atau termakan akan membuat mereka mengurungkan niat untuk memakan. Biasanya terbuat dari bahan yang terdiri dari tar, minyak, lemak, lilin, dll. Secara tradisional dapat dibuat campuran seperti: kapur, kotoran sapi, atau binatang sejenisnya, darah binatang, dan pernis. Atau kapur 40 kg, minyak tanah 6 ltr, adhesit 600 g dan air 100 ltr. Bahan penolak hanya bersifat menolak atau mengejutkan binatang, tetapi tidak membunuh.
- Pemikat, penarik, pemancing (*atraktant*)  
 Adalah bahan kimia yang karena aromanya dapat menarik serangga hama untuk datang dan memudahkan untuk

membunuhnya. Contoh: penggerek batang *Xyloterus leneatus* dan *X. domesticus* dapat dipancing dengan bau alkohol hasil fermentasi dari timbunan kayu atau dari getah pada daun jarum yang mengandung  $\alpha$ -pine. Selain itu, ada bahan pemikat yang mempunyai aroma lawan jenis yang disebut pheromone misalnya: typolur, disparlur, dan multilur.

- Penghambat

ialah bahan kimia yang dapat menghambat perkembangbiakan patogen tanpa langsung membunuhnya, melainkan berangsur-angsur populasinya menurun atau punah karena tidak terjadi kelahiran baru atau karena kegiatannya untuk menyerang terhenti. Contoh: antibiotik yang dipakai manusia dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas* dan *Erwinia*, jamur *Pythium ultimum*, *Botrytis cinerea*, *Ceratocystis ulmi*, *Cronartium ribicola*, dan *Armillaria mellea*. Ekstrak biji *Azadirachta indica* mengandung azadirachtin yang dapat digunakan untuk menurunkan aktivitas makan ulat *Lymantria dispar* sehingga mengakibatkan kematiannya karena kelaparan. Bahan derivat urine diflubenzuron dengan nama perdagangannya dimilin telah terbukti dapat menghambat pembentukan chitin, sehingga pembentukan kulit tidak sempurna pada larva Lepidoptera pemakan daun, larva Arthropoda dan nematode sehingga menyebabkan kematian. Pada serangga dewasa, dimilin yang masuk kedalam tubuhnya dapat mengganggu sistem perkembangbiakan dan kemandulan, kemunduran produksi telur dan pengurangan penetasan telur karena telur Arthropoda yang kena dimilin dapat mati. Dimilin

tidak berbahaya terhadap tanaman, lebah, binatang besar, dan manusia. Khusus untuk bahan yang disebut chemosterilant, adalah bahan kimia yang kalau tersentuh atau termakan oleh serangga akan menghambat perkembangbiakannya. Telur kumbang penggerek *Ips thypographus* yang diletakkannya di pohon yang disemprot chemosterilant 26% tidak ada yang menetas, sedangkan yang tidak diperlukan (control), 95% telurnya menetas.

## **K. Efektivitas Pestisida**

Efektivitas pestisida tergantung dari konsentrasi, waktu, lingkungan, dan kepekaan organisme.

### **- Konsentrasi**

Pemberian konsentrasi yang tinggi akan lebih efektif daripada yang rendah. Ukuran batas konsentrasi yang dianjurkan biasanya tertulis pada label (bungkus) masing-masing pestisida. Tetapi hubungan antara besarnya konsentrasi dengan penambahan jumlah kematian dan waktu kematian tidak selalu linier pada beberapa jenis serangga. Contoh: penambahan jumlah kematian larva penggerek *Phyllopertha horticola* yang diperlakukan dengan Lindan meningkat drastis dan kematiannya sangat cepat pada konsentrasi sampai 20 g/l, tetapi setelah konsentrasi dinaikkan lebih dari itu, penambahan jumlah kematian menjadi semakin sedikit dan penambahan waktu kematian menjadi lebih lambat. Lindan adalah senyawa pestisida organoklorin dengan nama IUPAC  $\gamma$ -isomer heksaklorosikloheksana atau disebut juga benzene heksaklorida. Seperti yang

diketahui bahwa  $\gamma$ -isomer adalah senyawa yang paling beracun dari semua jenis pestisida.

- Waktu.

Masing-masing pestisida mempunyai waktu kerja (reaksi) yang berbeda-beda, ada yang beberapa detik, menit, dan bahkan minggu pada dosis yang efektif. Waktu di sini juga termasuk waktu yang diperlukan agar supaya pestisida mencapai dosis yang efektif. Pada serangga yang makannya lambat, maka pestisida yang masuk ke dalam tubuhnya akan mencapai dosis yang efektif secara lambat dibandingkan dengan serangga yang makannya rakus, sehingga waktu yang diperlukan sampai pestisida bekerja (bereaksi) pada serangga yang makannya lambat lebih lama dibandingkan dengan yang lebih rakus.

- Lingkungan.

Faktor lingkungan yang berpengaruh nyata terhadap efektivitas pestisida ialah keadaan tanah dan suhu udara (kelembaban, angin, hujan dan embun). Di dalam tanah, efektivitas Lindan semakin berkurang sesuai dengan pertambahan kedalaman tanah. Parathion berkurang efektivitasnya sesuai dengan pertambahan kandungan air dan bahan organik tanah. Pemberantasan pathogen lodoh di tanah berhumus lebih cepat berhasil daripada di tanah pasir tanpa humus. Efektivitas fungisida juga dipengaruhi oleh mikroflora, di tanah yang tidak steril lebih efektif daripada di tanah yang steril. Pada suhu udara tinggi, efektivitas pestisida lebih tinggi, tetapi umur efektivitas lebih pendek dibandingkan dengan pada suhu rendah. Air hujan embun dapat menyebabkan pestisida yang

melekat pada tanaman larut, sehingga konsentrasinya berkurang dan mengakibatkan efektivitasnya menurun.

- Kepekaan organisme.

Kepekaan suatu organisme terhadap pestisida berbeda-beda menurut jenis (species), jenis kelamin, stadium dan umur. Contoh: *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew) rentan terhadap sulfur, tetapi *Lophodermium pinastri* (pathogen karat) lebih resisten. Kumbang yang bermoncong rentan terhadap Trichlorfon, sedangkan kumbang bermoncong lebih resisten. Kumbang jantan lebih rentan terhadap karbohidrat yang mengandung chlor dan derivate phosphor organik daripada betina. Terhadap stadium vegetatif yang berbentuk hifa atau miselium pada jamur lebih rentan dibandingkan dengan stadium generatif yang berbentuk tubuh buah yang menghasilkan spora. Serangga dalam stadium imago atau telur lebih rentan dari pada dalam stadium larva. Pada stadium yang sama, larva yang masih sangat muda dan bertubuh kecil lebih rentan daripada larva yang telah tua yang bertubuh lebih besar.





## A. Hama dan Penyakit Tanaman Jati

Hama dan penyakit pada tanaman jati yang teridentifikasi dan terdokumentasi di hutan tanaman jati seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jenis hama dan penyakit pada tanaman Jati

No	Jenis Hama	Nama Umum Hama	Bagian Tanaman yang Diserang	Lokasi
1.	<i>Duomitus ceramicus</i>	Oleng-oleng	Batang	Lapangan
2.	<i>Neotermes tectonae</i>	Inger-inger	Batang	
3.	<i>Hyblaea puera</i>	Ulat jati	Daun	Lapangan
4.	<i>Pyrausta machaeralis</i>	Ulat jati	Daun	Persemaian, lapangan
5.	<i>Phyllophaga sp</i>	Uret	Akar	Persemaian, lapangan
6.	<i>Acarina sp.</i>	Tungau merah	Daun	Persemaian
7.	Kutu putih/lilin		Daun/pucuk	Persemaian
8.	Lalat Putih		Batang	Persemaian
9.	<i>Dumping off</i>	Penyakit layu/ busuk semai	Leher akar	Persemaian
10.	Rayap		Akar	Lapangan
11.	Penggerek pucuk jati		Pucuk	Lapangan

No	Jenis Hama	Nama Umum Hama	Bagian Tanaman yang Diserang	Lokasi
12.	<i>Pseudococcus</i>	Kutu putih/ sisik	Daun dan batang	Lapangan
13.	Peloncat Flatid Putih	Kupu putih	Daun dan batang	Lapangan
14.	<i>Xyleborus destruens</i>	Kumbang bubuk basah	Batang	Lapangan
15.	<i>Pseudomonas tectonae</i>	Penyakit layu bakteri	Batang	Lapangan
16.	<i>Loranthus Sp.</i>	Benalu	Batang	Lapangan

### 1. Hama Ulat Jati (*Hyblaea puera* & *Pyrausta machaeralis*)

Hama ini menyerang pada awal musim penghujan, yaitu sekitar bulan November-Januari. Daun-daun yang terserang berlubang-lubang dimakan ulat. Bila ulat tidak banyak cukup diambil dan dimatikan. Bila tingkat serangan sudah tinggi, maka perlu dilakukan pengendalian dengan cara penyemprotan menggunakan insektisida. Secara umum, hama ini biasanya dibiarkan saja sampai hilang pada waktunya dan tanaman jati akan pulih kembali seperti biasa.

### 2. Hama Uret (*Phyllophaga* sp)

Hama ini biasanya menyerang pada bulan Februari-April. Uret merupakan larva dari kumbang. Larva ini aktif memakan akar tanaman baik tanaman kehutanan (tanaman pokok dan sela) maupun tanaman tumpangsari (padi, palawija, dll) terutama yang masih muda, sehingga tanaman yang terserang tiba-tiba layu, berhenti tumbuh kemudian mati.

Jika media dibongkar akar tanaman terputus/rusak dan dapat dijumpai hama uret.

Kerusakan dan kerugian paling besar akibat serangan hama uret terutama terjadi pada tanaman umur 1-2 bulan di lapangan, tanaman menjadi mati. Serangan hama uret di lapangan berfluktuasi dari tahun ke tahun, umumnya bilamana kasus-kasus serangan hama uret tinggi pada suatu tahun, maka pada tahun berikutnya kasus-kasus kerusakan/serangan menurun.

### **Pengendalian**

- a. Kasus-kasus serangan hama uret umumnya menonjol pada lokasi-lokasi dengan jenis tanah berpasir (*regosol*).
- b. Pencegahan dan pengendalian hama uret dilakukan dengan penambahan insektisida-nematisida granuler (G) di lubang tanam pada saat penanaman tanaman atau pada waktu pencampuran media di persemaian, khususnya pada lokasi-lokasi endemik/rawan hama uret.
- c. Untuk efektivitas dan efisiensi langkah pengendalian, informasi tentang fluktuasi serangan hama uret dari tahun ke tahun perlu dimiliki pengelola lapangan. Ini penting untuk menentukan perlu tidaknya memberikan tindakan pencegahan/pengendalian pada suatu penanaman pada suatu waktu.

### **3. Hama Tungau Merah (*Akarina*)**

Hama ini biasanya menyerang pada bulan Juni-Agustus. Gejala yang timbul berupa daun berwarna kuning pucat, pertumbuhan bibit terhambat. Hal ini terjadi diakibatkan oleh cairan dari tanaman/terutama pada daun dihisap oleh tungau. Bila diamati secara teliti, di bawah permukaan daun

ada tungau berwarna merah cukup banyak (ukuran  $\pm 0,5$  mm) dan terdapat benang-benang halus seperti sarang laba-laba. Pengendalian hama tungau dapat dilakukan dengan menggunakan akarisida.

#### **4. Hama Kutu Putih/Kutu Lilin**

Hama ini biasa menyerang setiap saat. Bagian tanaman yang diserang adalah pucuk (jaringan meristematis). Pucuk daun yang terserang menjadi keriting sehingga tumbuh abnormal dan terdapat kutu berwarna putih berukuran kecil. Langkah awal pengendalian berupa pemisahan bibit yang sakit dengan yang sehat karena bisa menular. Bila batang sudah mengkayu, batang dapat dipotong 0,5-1 cm di atas permukaan media; pucuk yang sakit dibuang/dimusnahkan. Jika serangan sudah parah dan dalam skala yang luas maka dapat dilakukan penyemprotan dengan menggunakan akarisida.

#### **5. Hama Lalat Putih**

Hama lalat putih merupakan serangga kecil bertubuh lunak. Lalat putih ini bukan lalat sejati, tetapi masuk dalam Ordo *Homoptera*. Hama ini berkembang sangat cepat secara eksponensial. Lalat putih betina dapat menghasilkan 150-300 telur sepanjang hidupnya. Waktu yang dibutuhkan dari tingkat telur sampai dengan dewasa siap bertelur hanya sekitar 16 hari. Lalat putih dapat menyebabkan luka yang serius pada tanaman dengan mencucuk mengisap cairan tanaman sehingga menyebabkan layu, kerdil, atau bahkan mati. Lalat putih dewasa dapat juga mentransmisikan beberapa virus dari tanaman sakit ke tanaman sehat.

Lalat putih sering sangat sulit dikendalikan. Lokasi hama yang berada di permukaan bawah daun membuatnya sulit bagi insektisida untuk mencapai posisi hama. Hama lalat putih juga dengan cepat dapat mengembangkan resistensi ke insektisida yang digunakan untuk melawan mereka. Suatu jenis insektisida yang efektif untuk lalat putih pada suatu kasus kerusakan pada suatu waktu, dapat tidak efektif untuk aplikasi di lokasi dan waktu yang berbeda.

Tahap telur dan pupa lebih tahan terhadap insektisida dibandingkan tahapan dewasa dan nimfa. Konsekuensinya eradikasi (pengendalian) populasi lalat putih biasanya memerlukan 4-5 kali penyemprotan dengan interval penyemprotan 5-7 hari. Pengendalian biologi dapat diterapkan untuk melawan lalat putih. Lalat putih memiliki musuh alami sejumlah predator dan parasitoid. Kerusakan parah pada bibit di persemaian, terutama terjadi pada semai ukuran <10 cm, terparah terjadi pada semai < 5 cm.

### **Rekomendasi dan Pengendalian**

- a. Perlu dilakukan wiwil daun dan penjarangan bibit dalam bedengan, untuk meningkatkan kesehatan bibit dan memudahkan penyemprotan insektisida
- b. Untuk penyemprotan dapat dilakukan dengan campuran insektisida - larutan deterjen atau larutan insektisida.
- c. Penyemprotan dilakukan sedini mungkin ketika hama lalat putih mulai terlihat di persemaian, jangan menunggu jumlah populasi meledak sehingga menyulitkan pengendalian.
- d. Penyemprotan diarahkan ke permukaan daun bagian bawah, karena serangga mengisap cairan dan tinggal di

- permukaan daun bagian bawah.
- e. Selain pengendalian dengan kimiawi (insektisida), disarankan penggunaan mekanis, menggunakan alat penjebak lalat putih (*colour trapping*). Alat yang digunakan adalah kotak karton/papan kayu.
  - f. Pemupukan menggunakan pupuk NPK cair, untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan semai.
  - g. Penggunaan alat penjebak lalat putih (*colour trapping*) sebagai cara pengendalian mekanis, menggunakan kotak atau papan bercat/berwarna kuning terang, kemudian diolesi dengan bahan perekat/getah (lem tikus, getah kayu/nangka, stirofoam yang direndam dalam bensin/minyak tanah, oli). Kotak/papan dipasang di atas bedengan.

## **6. Penyakit Layu – Busuk Semai**

Serangan penyakit pada persemaian terjadi pada kondisi lingkungan yang lembab, biasanya pada musim hujan. Berdasarkan karakteristik serangannya, penyakit yang muncul pada persemaian dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: serangan penyakit dipicu oleh kondisi lingkungan yang lembab.

Gejala yang timbul biasanya bibit busuk. Penanganan secara mekanis dapat dilakukan dengan penjarangan bibit, wiwil daun, serta pemindahan bibit ke open area, dengan tujuan untuk mengurangi kelembaban. Serangan penyakit dipicu oleh hujan malam hari/dini hari pada awal musim hujan (penyakit embun upas).

Gejala yang timbul berupa daun layu seperti terkena air panas. Serangan penyakit ini umumnya muncul pada saat

pergantian musim dari musim kemarau ke musim penghujan, saat hujan pertama turun yang terjadi pada malam hari atau dini hari pada awal musim hujan. Serangan penyakit terutama pada bibit yang masih muda, jumlah bibit yang terserang relatif banyak, cepat menular melalui sentuhan atau kontak daun, dan bersifat mematikan.

## **7. Hama Rayap**

Serangan dapat terjadi pada tanaman jati muda pada musim hujan yang tidak teratur dan puncak kemarau panjang. Pada kasus serangan di puncak kemarau disebabkan rendahnya kelembaban di dalam koloni rayap sehingga rayap menyerang tanaman jati muda. Prinsip pengendaliannya dengan mencegah kontak rayap dengan batang/perakaran tanaman

Cara-cara pengendalian rayap yang dapat dilakukan :

- a. Preventif
  - 1) secara tradisional dilakukan dengan menaburkan abu kayu di pangkal batang pada waktu penanaman.
  - 2) pemberian insektisida granuler (G), pada lubang tanam ketika penanaman, khususnya pada lokasi yang diketahui endemik/rawan rayap.
  - 3) mengurangi kerusakan mekanis pada perakaran dalam sistem tumpang sari.
  - 4) menghilangkan sarang-sarang yang ada di lokasi.
- b. Pengendalian :
  - 1) mengoleskan kapur serangga di pangkal batang.
  - 2) pemberian insektisida granuler di pangkal batang.
  - 3) penaburan abu kayu di sekeliling pangkal batang.
  - 4) menghilangkan sarang-sarang yang ada di lokasi.

## 8. Hama Penggerek Batang/Oleng-Oleng (*Duomitus ceramicus*)

### Siklus Hidup

*Duomitus ceramicus* merupakan sejenis ngengat, telurnya menetas antara bulan Maret-April, aktif pada malam hari. Setelah kawin ngengat betina bertelur pada malam hari dan diletakkan pada celah kulit batang. Telur berwarna putih kekuningan atau kuning gelap, bentuk silinder, panjang 0,75 cm. Telur diletakkan berkelompok pada bekas patahan cabang atau luka-luka di kulit batang. Stadia telur  $\pm$  3 minggu.

Larva menetas pada bulan Mei, hidup dalam kulit pohon, selanjutnya menggerek kulit batang menuju kambium dan kayu muda, memakan jaringan kayu muda. Larva pada tingkat yang lebih tua membuat liang gerak yang panjang, terutama bila pohon jati kurang subur. Pada tempat gerakan terjadi pembentukan *kallus* (gembol). Larva menggerek batang dengan diameter 1-1,5 cm, panjang 20-30 cm dan bersudut 90°. Kotoran larva dari gerakan kayu dikeluarkan dari liang gerak. Fase larva sangat lama antara April-September.

Selanjutnya larva masuk ke stadium pupa, tidak aktif, posisinya mendekati bagian luar liang gerak. Fase pupa berlangsung antara September-Februari. Seluruh siklus hidupnya, dari stadia telur sampai menjadi ngengat memerlukan waktu  $\pm$  1 tahun.

### Pengendalian

- a. Oleng-oleng termasuk serangga hama *low density insect pest* (serangga hama yang kepadatannya rendah). Dalam 1 batang tanaman jati umumnya terdapat 1 ekor serangga larva, jarang 2 atau lebih. Meskipun hanya 1 ekor sudah



- dapat merusak satu batang jati.
- b. Kerusakan parah terutama pada serangan tanaman jati muda, umur 1-3 tahun. Tanaman jati muda mudah patah akibat lubang serangan pada batang jati muda.
  - c. Berkembangnya hama oleng-oleng difasilitasi oleh tingginya kelembaban dan suhu lingkungan di lantai dasar hutan.
  - d. Umumnya serangan oleng-oleng pada batang jati pada ketinggian 1-2 m dari tanah, dengan jumlah titik serangan 1-2. Namun demikian, pada lokasi serangan endemik yang parah, titik serangan dapat mencapai 5 titik dengan ketinggian titik serangan mencapai 4 meter.
  - e. Teknik pengendalian hama dengan sifat seperti oleng-oleng diusahakan supaya insektisida yang dipakai harus dapat mengenai sasarannya. Oleh karena itu, teknik pemakaian insektisida fumigan dapat dipakai karena dengan cepat mengenai sasarannya.
    - 1) insektisida fumigan, dosis : 1/8 butir dimasukkan ke dalam liang gerek serangga hama, kemudian lubang ditutup dengan lilin malam. Aplikasi insektisida ini praktis, bilamana titik serangan berada di bawah ketinggian 2 meter.
    - 2) Untuk meminimalkan tingkat serangan, terutama di daerah endemik oleng-oleng, pengendalian perlu terintegrasi dengan praktik silvikultur dan pengendalian mekanis.
    - 3) Aplikasi praktik silvikultur pada daerah endemik dilakukan dengan mengatur jenis-jenis tanaman tumpang sari. Jenis yang dipilih sebaiknya adalah

jenis tanaman tumpang sari yang cukup pendek sehingga ruang tumbuh di bawah tajuk jati tidak terlalu lembab. Kondisi di bawah tajuk jati muda yang lembab dan rapat menyediakan habitat yang cocok bagi hama hutan. Dari berbagai pengamatan yang dilakukan diketahui bahwa jumlah serangan hama oleng-oleng pada tumpang sari jagung lebih tinggi dibandingkan palawija yang lain.

- 4) Pengendalian mekanis dilakukan guna menurunkan populasi serangga dewasa (ngengat). Pelaksanaannya dengan penggunaan perangkap lampu (*light trap*) di malam hari. Untuk penggunaan *light trap*, peralatan yang diperlukan berupa : kain putih 2 x 1,5 m, lampu bohlam/neon, dan nampan penampung air. Ngengat yang diperoleh kemudian dimusnahkan.

## **9. Hama Penggerek Pucuk Jati**

Serangan ulat penggerek pucuk jati (*shoot borer*) menyerang tanaman jati muda. Gejala awal berupa pucuk apikal jati muda tiba-tiba menjadi layu, kemudian menjadi kering. Panjang pucuk yang mati antara 30-50 cm.

Pengamatan pada tanaman yang mati diketahui bahwa terdapat lubang gerakan kecil ( $\pm 2$  mm) di bawah bagian yang layu/kering. Ulat penggerek pucuk berwarna kemerahan dengan kepala berwarna hitam, di belakang kepala terdapat cincin kuning keemasan. Akibat putusya titik tumbuh apikal maka akan menurunkan kualitas batang utama. Ujung batang utama yang mati akan keluar tunas-tunas air/cabang-cabang baru.

## Pengendalian

Kegiatan yang perlu dilakukan dalam rangka pengendalian hama penggerek pucuk jati ada 2, yaitu:

- a. Monitoring rutin: dilakukan antara lain untuk mengamati penyebaran hama dari waktu ke waktu, evaluasi efektivitas hasil perlakuan.
- b. Tindakan pengobatan tanaman yang terserang. Pengobatan dilakukan pada saat pucuk apikal yang sedang aktif tumbuh tiba-tiba menjadi layu. Pengobatan yang pernah dilakukan adalah dengan injeksi insektisida sistemik ke batang:
  - 1) Langkah pertama, membuat lubang pada batang dengan paku kemudian cairan insektisida dimasukkan ke lubang.
  - 2) Setelah pemberian cairan insektisida biasanya, gejala lanjut berupa pucuk menjadi mengering dapat dicegah, pucuk apikal dapat dipertahankan tetap hidup/hijau namun mengalami stagnasi pertumbuhan.
  - 3) Hasil pengecekan pada tanaman yang diobati dan yang tidak diobati, diketahui bahwa ulat penggerek pucuk dijumpai pada kedua jenis tanaman. Pada tanaman yang diobati (pucuk tetap hidup namun mengalami stagnasi), ulat tetap dijumpai namun tidak berkembang, ukuran ulat tetap kecil. Sedangkan pada tanaman yang tidak diobati, pucuk apikal menjadi kering dan ulat tumbuh normal (berukuran besar). Hal ini menunjukkan bahwa insektisida meracuni ulat (menyebabkan ulat kerdil tidak berkembang) namun

tidak dapat mematikan ulat.

- 4) Mengingat titik tumbuh apikal stagnan, maka akan muncul tunas-tunas baru di bawah titik gerakan ulat. Cabang-cabang yang tumbuh selanjutnya perlu diwiwil agar titik tumbuh apikal dapat segera aktif tumbuh lagi, di samping cabang-cabang yang baru ini dapat mengambil alih fungsi titik tumbuh apikal sehingga mengurangi kualitas batang.
- 5) Bilamana pucuk yang terserang sudah terlanjur kering, pucuk yang kering perlu segera dipotong, dan ulat di dalamnya dibuang. Pemotongan hendaknya dilakukan sebelum muncul tunas air pengganti fungsi batang utama, karena bilamana pucuk kering tidak dipotong maka arah tunas air cenderung ke samping sehingga membuat bentuk batang menjadi bengkok.
- 6) Pemberian insektisida yang awalnya berhasil, kemudian dapat menjadi gagal. Pucuk yang awalnya hijau berubah kering. Faktor-faktor yang diperkirakan menyebabkan titik apikal menjadi kering antara lain: rendahnya dosis insektisida, dan lama musim kemarau tahun berjalan.
- 7) Untuk meminimalkan kegagalan perlakuan di atas, maka hal-hal yang dapat diupayakan antara lain :
  - Meningkatkan dosis insektisida. Pada aplikasi insektisida sebelumnya (dengan membuat lubang dengan paku di batang), dimungkinkan dosis yang digunakan terlalu rendah ataupun cairan insektisida yang dapat dimasukkan ke lubang paku terlalu sedikit sehingga insektisida hanya

dapat meracuni (menghambat pertumbuhan ulat penggerek pucuk), tidak sampai mematikan serangga hama.

- Aplikasi insektisida dengan cara bacok oles. Di samping metode lubang bor dengan paku, metode lain guna mengendalikan ulat penggerek pucuk jati adalah metode bacok oles.
- 8) Aplikasinya dengan cara melukai kulit batang sampai dengan bagian luar kayu gubal (jaringan sebelah dalam jaringan kambium).
  - 9) Kemudian insektisida dioleskan dengan kuas atau disemprotkan ke bekas bacokan. Selanjutnya insektisida akan diangkut melalui jaringan gubal ke bagian batang atas.
  - 10) Cara ini lebih mudah dan cepat, namun demikian mengingat serangan hama penggerek pucuk jati terjadi pada tanaman muda, maka upaya perlukaan perlu dilakukan dengan hati-hati (tidak terlalu dalam agar pohon tidak patah). Upaya perlukaan sebaiknya dilakukan di pangkal batang (ukuran diameter lebih besar sehingga lebih aman).
  - 11) Insektisida dapat digunakan dengan dosis 10 cc/pohon.
  - 12) Segera mengurangi/menghilangkan tunas-tunas air yang muncul di bawah pucuk apikal yang mengalami stagnasi, agar pucuk yang stagnasi dapat aktif tumbuh lagi. Bila tidak segera dihilangkan maka tunas air yang muncul akan menggantikan fungsi batang utama, sehingga batang di bagian atas membengkok.

## 10. Hama Kutu Putih (*Pseudococcus/mealybug*)

Kutu putih/kutu sisik (famili Coccidae, ordo Homoptera) yang pernah dilaporkan menyerang tanaman jati antara lain : *Pseudococcus hispidus* dan *Pseudococcus (crotonis) tayabanus*. Kutu ini mengisap cairan tanaman tumbuhan inang. Waktu serangan terjadi pada musim kering (kemarau). Seluruh tubuhnya dilindungi oleh lilin/tawas dan dikelilingi dengan karangan benang-benang tawas berwarna putih, pada bagian belakang didapati benang-benang tawas yang lebih panjang. Telur-telurnya diletakkan menumpuk yang tertutup oleh tawas.

Kerusakan pada tanaman jati muda dapat terjadi bilamana populasi kutu tinggi. Kerusakan yang terjadi antara lain: daun mengeriting, pucuk apikal tumbuh tidak normal (bengkok dan jarak antar ruas daun memendek).

Gangguan kutu ini akan menghilang pada musim penghujan. Namun demikian, kerusakan tanaman muda berupa bentuk-bentuk cacat tetap ada. Hal tersebut tentunya sangat merugikan regenerasi tanaman yang berkualitas.

Kutu-kutu ini memiliki hubungan simbiosis dengan semut (Formicidae), yaitu semut gramang (*Plagiolepis [Anaplolepis] longipes*) dan semut hitam (*Dolichoderus bituberculatus*) yang memindahkan kutu dari satu tanaman ke tanaman lain.

### Pengendalian

Pengendalian dilakukan bila populasi kutu per tanaman muda cukup besar. Pengendalian dilakukan dengan penyemprotan pada tanaman-tanaman yang terserang. Langkah-langkah pengendalian hama kutu putih antara lain sebagai berikut :

- a. Penyemprotan dengan insektisida nabati (pemilihan jenis insektisida kimia harus disesuaikan).
- b. Untuk memulihkan bentuk-bentuk yang cacat maka dapat dilakukan pemotongan sampai pada batas atas kuncup ketiak, yang kelak akan menjadi tunas akhir yang lurus dan baik. Kegiatan pemotongan bagian-bagian yang cacat ini hendaknya dilakukan pada awal musim penghujan.

### **11. Hama Kupu Putih (Peloncat Flatid Putih)**

Kasus serangan hama kupu putih dalam skala luas pernah terjadi pada tanaman jati muda di KPH Banyuwangi Selatan pada musim kemarau tahun 2006. Serangga ini hinggap menempel di batang muda dan permukaan daun bagian bawah. Jumlah individu serangga tiap pohon dapat mencapai puluhan sampai ratusan individu.

Hasil identifikasi serangga, diketahui bahwa serangga yang menyerang tanaman jati muda ini adalah dari kelompok peloncat tumbuhan (*planthopper*) flatid warna putih (famili Flatidae, ordo Homoptera/Hemiptera). Dari kenampakan serangga maka kupu putih yang menyerang jati ini sangat mirip dengan species flatid putih *Anormenis chloris*. Jenis-jenis serangga flatid jarang dilaporkan menyebabkan kerusakan ekonomis pada tanaman budidaya.

Nilai kehadiran serangga kupu putih (flatid putih) ini menjadi penting karena waktu serangan terjadi pada musim kemarau yang panjang. Tanaman jati yang telah mengurangi tekanan lingkungan dengan menggugurkan daun semakin meningkat tekanannya akibat cairan tubuhnya dihisap oleh serangga flatid putih. Dengan demikian, serangan serangga

flatid putih ini dapat meningkatkan risiko mati pucuk jati muda selama musim kemarau.

### **Pengendalian**

Serangga jenis-jenis peloncat flatid jarang dilaporkan menyebabkan kerugian ekonomis pada tanaman budidaya. Namun demikian, bilamana populasi serangga tiap individu pohon sudah tinggi dan dalam skala luas serta dalam musim kemarau yang panjang maka kehadiran serangga flatid putih ini dapat memperbesar tekanan terhadap tanaman jati muda berupa peningkatan risiko mati pucuk di lapangan.

Pengendalian hama seperti peloncat flatid putih di atas dapat dilakukan dengan aplikasi insektisida sistemik melalui batang (bor atau bacok oles), dan penyemprotan bagian bawah daun, ranting-ranting, dan batang muda jati dengan insektisida racun lambung.

## **12. Hama Kumbang Bubuk Basah (*Xyleborus destruens* Bldf.)**

*Xyleborus destruens* atau kumbang bubuk basah atau kumbang ambrosia menyebabkan kerusakan pada batang jati. Serangan kumbang ini pada daerah-daerah dengan kelembaban tinggi. Pada daerah-daerah dengan curah hujan lebih dari 2000 mm per tahun serangan hama ini dapat ditemukan sepanjang tahun.

Gejala serangan yang mudah dilihat yaitu kulit batang berwarna coklat kehitaman, disebabkan adanya lendir yang bercampur kotoran *X. destruens*. Bila lendir dan campuran kotoran sudah mengering warnanya menjadi kehitam-hitaman.



Serangan hama ini tidak mematikan pohon atau mengganggu pertumbuhan tetapi akibat saluran-saluran kecil melingkar-melingkar di dalam batang jati maka menurunkan kualitas kayu.

### **Pencegahan dan Pengendalian**

- a. Tidak menanam jati di daerah yang mempunyai curah hujan lebih dari 2000 mm per tahun.
- b. Menebang dan memusnahkan pohon-pohon yang diserang terutama pada waktu penjarangan.
- c. Mengurangi kelembaban mikro tegakan, misalnya dengan mengurangi tumbuhan bawah.
- d. Melakukan penjarangan dengan baik.

### **13. Penyakit Layu Bakteri**

Penyakit ini dapat menyerang tanaman jati di persemaian dan juga jati muda di lapangan. Di lapangan diketahui pertama kali menyerang tanaman jati pada tahun 1962 di Pati. Di persemaian, diketahui bahwa persemaian Kucur di Ngawi (1996, 1998) dan persemaian Pongpoklandak, Cianjur (1999) pernah terserang.

Kasus kerusakan jati muda akibat penyakit layu bakteri di lapangan akhir-akhir ini mulai banyak yang muncul, seperti di Haur Geulis, Indramayu (2005), Jember (2006), Pati Utara (2006-2008). Bahkan kasus serangan penyakit layu bakteri di Pati Utara sudah sangat luas, menyerang tanaman jati muda s.d. umur 5 tahun, dengan demikian memerlukan penanganan yang serius.

## Gejala serangan penyakit layu bakteri

- Tanaman yang dapat terserang penyakit layu bakteri ini umumnya tanaman di bawah umur 1 tahun. Namun demikian, pada kondisi iklim dan tanah yang mendukung, maka tanaman jati sampai dengan umur 5 tahun dapat terserang dan mengalami kematian.
- Daun menjadi layu, menggulung, kemudian mengering dan rontok. Batang kemudian layu dan mengering. Bilamana akar diperiksa, kondisi akar sudah rusak.
- Daun layu (gejala awal), kondisi kulit batang tampak masih terlihat segar/sehat. Namun, bilamana diperiksa lebih lanjut dengan memotong dan menyetes kulit/membelah batang yang terserang maka akan dapat dilihat bahwa bagian jaringan kambium dan kayu gubal (*xylem*) telah mengalami kerusakan, walaupun jaringan kulit (*floem*) masih terlihat hijau segar. Pada kambium atau permukaan luar kayu gubal dapat dilihat garis-garis hitam membujur sepanjang batang.
- Untuk mengetahui penyebab penyakit layu pada tanaman jati muda ini (penyebab penyakit jamur atukah bakteri), dapat dilakukan uji cepat di lapangan. Caranya adalah dengan memotong batang atau cabang tanaman yang mengalami gejala layu dan memiliki garis-garis hitam membujur sepanjang *xylem* di atas. Batang muda atau cabang yang telah berkayu dipotong dengan panjang 20-30 cm, kemudian potongan di bagian ujung batang/cabang dimasukkan ke dalam gelas yang berisi separuh gelas air jernih. Bilamana penyebab penyakit layu disebabkan bakteri, maka akan keluar cairan putih susu kental keluar dari potongan batang yang di dalam air.

Cairan putih ini adalah koloni bakteri patogen.

- Bilamana gejala kerusakan terjadi pada tanaman di atas 1 tahun, untuk mengecek keberadaan bakteri dapat dilakukan dengan memotong cabang/batang tanaman yang telah terserang. Potongan cabang/batang dibiarkan beberapa menit, maka akan terlihat cairan putih kental keluar dari bagian *xylem* atau dari kambium (jaringan antara *xylem* dan *floem*). Cairan putih kental ini merupakan tanda adanya infeksi bakteri pada tanaman.
- Bakteri penyebab penyakit layu pada tanaman jati muda ini adalah bakteri *Pseudomonas tectonae*. Bakteri ini berkembang pada lahan jati terutama pada kondisi solum yang sangat lembab, yaitu pada musim hujan dengan curah hujan tinggi dan dengan kondisi drainase buruk.
- Waktu antara gejala awal penyakit sampai dengan tanaman jati muda yang terserang menjadi mati tergantung pada umur tanaman yang terserang. Tanaman < 1 tahun: proses kematian berkisar 1-2 minggu; sedangkan pada serangan pada tanaman >1 tahun: proses kematian mencapai beberapa bulan.

### **Pengendalian penyakit layu bakteri pada jati :**

Untuk pengendalian penyakit layu bakteri dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara biologi, cara kimiawi, dan cara silvikultur. Untuk serangan pada masa persemaian, cocok dilakukan pengendalian dengan cara biologi dan kimiawi. Adapun untuk kasus serangan pada tanaman yang sudah ada di lapangan, maka cara silvikultur lebih efektif dan aman.

- Cara biologi, dilakukan dengan menggunakan bakteri antagonis *Pseudomonas fluorescens* dengan konsentrasi

108 cfu/ml dengan dosis 15-25 ml/pot semai, disemprotkan ke seluruh permukaan tanaman dan sekitar perakaran. Hasil uji coba *Pseudomonas fluorescens* efektif menekan bakteri patogen *P. Tectonae*, dengan meningkatnya persen tumbuh bibit dari 70% menjadi 100%.

- Cara kimiawi, menggunakan bakterisida, disemprotkan ke seluruh permukaan tanaman dan sekitar perakaran.
- Cara silvikultur, dilakukan dengan menyediakan lingkungan tempat tumbuh tanaman hutan sehingga dapat diperoleh tanaman sehat dengan produktivitas tinggi. Aplikasi silvikultur untuk penanganan penyakit layu bakteri adalah dengan memperbaiki drainase lahan dan pengaturan jenis tumpang sari pada tanaman pokok jati. Kedua langkah tersebut perlu dilakukan agar dapat diperoleh zona perakaran jati yang sarang, tidak jenuh air, sebuah persyaratan yang dibutuhkan bagi budidaya jati yang sehat. Perbaikan drainase lahan dilakukan dengan pembuatan parit-parit drainase khususnya di daerah-daerah dengan topografi datar. Jenis tumpang sari jati dengan padi cenderung menciptakan lingkungan tempat tumbuh yang buruk bagi tanaman pokok jati.

#### **14. Hama Inger-Inger (*Neotermes tectonae*)**

*Neotermes tectonae* merupakan suatu golongan rayap tingkat rendah. Koloni inger-inger tidak begitu banyak, hanya beberapa ratus sampai beberapa ribu individu.

Gejala kerusakan dapat dijumpai berupa pembengkakan pada batang, kebanyakan pada ketinggian antara 5-10 m, namun juga ada pada 2 m atau sampai 20 m. Jumlah pembengkakan dalam satu batang bervariasi, mulai satu

sampai enam titik lokasi pembengkakan. Waktu mulai hama menyerang sampai terlihat gejala memerlukan waktu 3-4 tahun, bahkan sampai 7 tahun.

Kasus serangan hama inger-inger di lapangan umumnya dijumpai terutama pada lokasi-lokasi tegakan yang memiliki kelembaban iklim mikro yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh kerapatan tegakan yang terlalu tinggi. Penyebabnya adalah tidak dilakukannya ataupun terlambatnya kegiatan penjarangan, padahal kegiatan penjarangan merupakan bagian dari upaya silvikultur untuk menjaga kesehatan tegakan.

Akibat serangan inger-inger ini adalah pada bagian yang diserang kayunya sudah tidak bernilai sebagai kayu pertukangan dan harus dikeluarkan dari hitungan perolehan massa kayu bahan pertukangan.

### **Pencegahan dan Pengendalian**

- Metode penjarangan yang telah ditetapkan dan berlaku bagi hutan-hutan jati di Indonesia apabila dilakukan dengan teratur dapat mencegah meluasnya serangan inger-inger. Kegiatan penjarangan sebaiknya dilakukan sebelum hujan pertama atau kira-kira bulan Oktober guna mencegah penyebaran sulung (kelompok hama inger-inger yang mengadakan perkawinan).
- Penjarangan agak keras dianjurkan bagi daerah-daerah yang menderita serangan lebih dari 30% tegakan. Bagi daerah-daerah yang serangannya lebih dari 50% periodisitas penjarangan perlu ditingkatkan, yaitu untuk Kelas Umur (KU) II tiap 3 tahun, KU III dan KU IV tiap 5 tahun.

- Dalam kegiatan penjarangan perlu diusahakan agar pohon-pohon yang ditebang tidak menimpa pohon-pohon yang ditinggalkan karena hal tersebut akan mengakibatkan cacat-cacat yang berupa patah-patah cabang, luka-luka batang dan sebagainya yang akan menjadi pintu masuk bagi inger-inger.
- Cara pengendalian di alam selama ini kurang efektif. Hampir semua binatang pemakan serangga dapat menjadi musuh/pemangsa bagi hama inger-inger. Burung pelatuk, kelelawar, tokek, lipan, kepik buas, cicak, katak pohon merupakan musuh alami yang cukup penting dalam mencegah penyebaran hama inger-inger pada pohon jati yang sehat. Karena itu keberadaan predator-predator tersebut harus dijaga keberadaannya di hutan jati.
- Untuk pengendalian secara kimia, dalam pelaksanaannya ditujukan untuk hama inger-inger di dalam batang, dan sulung hama inger-inger yang berada di luar batang.

## **B. Hama dan Penyakit Tanaman Pinus**

Hama yang menyerang tanaman pinus yang saat ini sedang banyak terjadi adalah kutu lilin. Sementara pada lokasi persemaian biasanya bibit/semai terserang penyakit lodoh semai (*damping off*) yang diakibatkan oleh jamur/fungi dan bercak daun pestalotia.

### **1. Penyakit Lodoh Semai (*Damping Off*)**

Penyakit lodoh semai (*damping off*) merupakan penyakit yang menyerang bibit di persemaian pada periode sukulen pinus. Periode sukulen adalah periode semai ketika jaringan

batang masih lunak dan belum terbentuk jaringan kayu. Periode ini dimulai sejak benih berkecambah sampai sekitar semai umur satu bulan pascasapih.

Gejala yang muncul berupa busuk pangkal batang; pangkal batang/leher akar semai muda menjadi lunak kemudian semai roboh sehingga semai menjadi rebah. Penyebab penyakit ini antara lain jamur *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, dan *Sclerotium*.

Tingkat kematian semai akibat penyakit ini cukup tinggi, namun hampir tidak pernah didata. Data kematian semai umur sebulan pasca-overspin/sapih akibat penyakit *damping off* ini dapat mencapai 30%.

Upaya regular untuk menekan kematian akibat penyakit ini dilakukan dengan sterilisasi media dan benih dengan penjemuran media dan pemberian fungisida.

## **2. Penyakit Bercak Daun Pestalotia**

Penyakit bercak daun Pestalotia muncul sebagai *problem* persemaian pinus setelah periode sukulen semai berakhir. Awal kerusakan semai di persemaian umumnya dimulai setelah semai berumur 3 atau 4 bulan pascasapih.

Gejala kerusakan diawali dengan timbulnya bercak-bercak kuning pada daun jarum semai, yang kemudian meluas sehingga daun-daun jarum tampak menguning (klorosis). Gejala lebih lanjut berupa mengeringnya (nekrosis) daun-daun diawali dari pucuk daun jarum ke arah pangkal, dari bagian daun bagian bawah kemudian menyebar ke arah pucuk semai. Semai yang terserang parah biasanya seluruh daun sudah mengering, hanya tersisa bagian hijau di pucuk semai. Serangan penyakit bercak daun ini sering berakhir

dengan kematian ribuan semai pinus di persemaian. Untuk kasus-kasus serangan penyakit bercak daun pada semai yang lebih muda, terkadang gejala kematian diawali dari pucuk semai sehingga semai menjadi mati pucuk.

Penyebaran penyakit antarsemai dibantu oleh angin dan kelembaban udara sehingga model penyebaran kerusakan semai akan tampak berupa titik-titik (*spot*) yang mengelompok dan semakin meluas dengan cepat menular ke semai-semai di sekitarnya.

### **Penyebab Penyakit**

Jamur *Pestalotia* sp. telah diidentifikasi sebagai jamur penyebab penyakit bercak daun. Ciri-ciri *Pestalotia* sp. adalah, bila menyerang tanaman akan menimbulkan bercak-bercak pada daun dengan area nekrosa yang tampak kering pada bagian tengahnya, berbintik-bintik kecil (cairan) yang berwarna hitam yang disebut acervuli jamur. Pada bagian pinggir serangan tampak berwarna coklat atau merah.

Kerusakan semai pinus di persemaian yang cukup tinggi akibat penyakit bercak daun *Pestalotia* sp. lebih dipicu oleh kondisi semai yang lemah akibat kondisi lingkungan yang buruk (penurunan vigoritas semai akibat defisiensi unsur hara). Hal ini karena pada dasarnya jamur *Pestalotia* sp. dalam kondisi normal sebenarnya merupakan parasit lemah yang mengadakan infeksi melalui luka-luka (patogen sekunder) dan umum dijumpai berasosiasi dengan daun berbagai jenis tanaman.

### **Pencegahan dan Pengendalian**

Untuk pencegahan dan pengendalian penyakit bercak daun pinus di persemaian, perlakuan-perlakuan yang



dilakukan memiliki dua fungsi, yaitu:

- a. Perlakuan yang berfungsi meningkatkan tingkat kesehatan (vigoritas) semai, antara lain melalui pemupukan (organik dan anorganik), pemberian mikoriza, pemberian pelet *Trichoderma* atau *Gliocladium*. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah:
  - Pupuk yang digunakan sebaiknya jenis pupuk lambat tersedia (*slow release fertilizer*), misal Dekastar.
  - Waktu pemupukan sebaiknya setelah semai berumur 2-3 bulan sejak sapih. Hal ini dengan pertimbangan jaringan batang sudah mengeras (tidak sukulen lagi). Pemupukan pada semai sukulen sering meningkatkan kematian bibit.
  - Pupuk lambat tersedia di tabur dan dimasukkan dekat polibag (1-1,5 cm dari pangkal batang) sebanyak 10 butir.
  - Pelet *Trichoderma* atau *Gliocladium* dicampur dengan media pada saat pembuatan media semai. Dosis aplikasinya: 5 pelet *Trichoderma* untuk setiap polibag. Sedangkan bila *Gliocladium* yang dipakai, maka dosisnya ½ sendok teh per polibag.
  - Adapun dosis tablet mikoriza per polibag adalah sebanyak 1 butir.
  - Pupuk organik cair juga dapat diberikan pada bibit. Pupuk cair berasal dari rendaman kotoran kambing yang sudah matang. Pupuk cair diencerkan dan disemprotkan ke bibit di persemaian.
- b. Perlakuan yang bersifat mematikan jamur patogen (melalui penyemprotan fungisida).

Dalam pelaksanaan tindakan pengendalian penyakit di persemaian, kedua fungsi di atas tidak dapat dipisah-pisahkan. Perlakuan penting pertama sebagai langkah preventif diterapkan pada bibit di persemaian sejak awal sebelum bibit terserang. Dengan pertumbuhan dan vigoritas yang optimal maka ketahanan semai terhadap risiko terberat penyakit bercak daun berupa kematian bibit, dapat dipertahankan sampai dengan semai siap tanam.

Tindakan pencegahan dalam kasus serangan penyakit bercak daun pinus harus menjadi pilihan utama. Hal ini mengingat seringkali tindakan pengobatan penyakit bercak daun pinus berakhir dengan kematian ribuan bibit (bibit gagal diselamatkan), terutama bilamana gejala kerusakan terlambat ditangani.

Dalam pelaksanaan pengobatan/*recovery* semai, di samping tindakan mematikan jamur patogen, semai harus segera disuplai nutrisi tambahan agar semai dapat pulih dan tumbuh sehat. Berikut ini langkah-langkah pengendalian bilamana terjadi serangan penyakit bercak daun *Pestalotia*:

- Seleksi dan sortasi bibit: bibit-bibit dikelompokkan berdasarkan tingkat keparahan serangan.
- Tindakan wiwil daun dan pucuk semai yang terserang: daun-daun atau pucuk semai yang kering akibat serangan penyakit bercak daun harus digunting/dipotong. Daun-daun kering atau pucuk semai yang mati kering dapat menularkan penyakit ke daun-daun/semai pinus yang masih sehat. Gejala serangan bercak daun di pucuk semai biasanya terjadi pada semai umur awal ( $\pm$  umur 3 bulan).
- Daun-daun kering bekas terserang di atas, harus

dimusnahkan/dibakar agar tidak menularkan jamur *Pestalotia* ke semai-semai lainnya.

- Pemberian suplemen tambahan guna meningkatkan kesehatan semai (antara lain pupuk kimia/organik cair, pelet *Trichoderma – T. reesei* atau *Gliocladium*).
- Penyemprotan dengan menggunakan fungisida. Untuk pencegahan penyemprotan 10 hari sekali selama 3 bulan, untuk pengobatan penyemprotan 5 hari sekali selama 3 bulan.

### **3. Hama Kutu Lilin Pinus**

Hama kutu lilin menyerang tanaman Pinus merkusii semua tingkatan umur, mulai umur 1 tahun sampai dengan tegakan akhir daur. Kutu ini mengisap cairan pohon, terutama di pucuk-pucuk ranting tajuk pinus.

Tanda-tanda adanya serangan kutu lilin dapat dilihat berupa adanya bintik-bintik putih atau lapisan putih menempel pada ketiak daun di pucuk-pucuk ranting pinus. Lapisan putih ini merupakan benang-benang lilin yang dikeluarkan kutu, merupakan tempat berlindung kutu. Pucuk yang terserang daunnya menguning, kemudian daun dan pucuk menjadi rontok dan kering.

Untuk serangan pada tegakan (pohon besar), indikasi serangan dapat diamati secara okuler dengan perubahan warna dan kelembatan tajuk pohon. Tajuk pohon yang sehat berwarna hijau dan segar, sedangkan tajuk pohon pinus yang sakit (terserang) berwarna hijau kusam, kekuningan. Tajuk pohon yang terserang juga berubah menjadi tipis akibat daun-daun yang rontok.

## Identifikasi Kutu Lilin

Dari identifikasi yang dilakukan oleh pakar (Dr. Gillian W. Watson, ahli *insect biosystematist*, USA) diketahui bahwa species kutu lilin adalah *Pineus boernerii*. Adapun taksonomi hama kutu lilin (*Pine Adelgid*) selengkapnya adalah sebagai berikut :

- Phylum : Arthropoda Latreille, 1829 - arthropods
- Klas : Insekta Linnaeus, 1758 - insects
- Ordo : Hemiptera
- Subordo : Stenorrhyncha
- Superfamili : Aphidoidea
- Famili : *Adelgidae*
- Genus : *Pineus*
- Species : *boernerii* Annand, 1928
- Scientific Name : *Pineus boernerii* Annand, 1928

Pada umumnya kutu lilin tubuhnya lunak, berukuran kecil ( $\pm 1$  mm), tinggal dan bereproduksi di pangkal pucuk bagian luar dari pohon *Pinus*. Kutu ini mengeluarkan lilin putih dari lubang yang terdapat di bagian dorsal.

Kutu betina mempunyai ovipositor, rostrum yang panjang, spirakel pada abdomen dan tidak aktif bergerak (*sessile*).

Sebagian besar famili Adelgidae mempunyai siklus hidup selama 2 tahun. *P. boernerii* adalah kutu yang aseksual sepanjang tahun dan memproduksi telur secara parthenogenesis. Biasanya mengisap species *Pinus* yang berdaun 2 dan 3.

Dengan sifat aseksual dan produksi telur parthenogenesis (berkembang biak tanpa perkawinan), maka populasi kutu

ini cepat sekali berlipat ganda. Bila suatu petak tanaman pinus merkusii diketahui telah terserang, maka sangat mungkin bahwa pohon-pohon di petak-petak sekitarnya telah terserang, namun populasi hama masih cukup rendah sehingga belum menunjukkan efek merusak yang terlihat mata.

Penyebaran dan fluktuasi populasi hama kutu lilin di lapangan dipengaruhi oleh faktor *barrier* (penghalang) berupa *barrier* alam (jurang, bukit), vegetasi (ada tidaknya vegetasi lain selain pinus), dan musim. Pertanaman pinus yang memiliki *barrier* alam dan vegetasi lain yang tinggi cenderung lebih lambat terserang dibanding pertanaman yang berada di bentang alam yang terbuka. Namun, seiring waktu bilamana pohon-pohon pinus sudah tinggi (tinggi pohon pinus sudah menyamai/melebihi *barrier* yang ada) maka tingkat serangan hama kutu lilin juga meningkat. Serangan hama kutu lilin meningkat pada musim kemarau; pada musim hujan kutu lilin tertekan namun tetap ada dalam tegakan dalam populasi terbatas.

### **Dampak Serangan Hama Kutu Lilin Pinus**

- Ribuan hektar tanaman muda dan produktif telah terserang
- Ribuan pohon, tanaman muda dan pohon umur produktif hidup merana, dan sudah banyak yang mati.
- Akibat serangan pada pohon pinus yang sedemikian luas, maka produksi getah pinus sebagai sumber pendapatan perusahaan dapat terancam kelangsungannya.
- Hama kutu lilin sangat mengancam kelangsungan tegakan pinus di Jawa.

## **Pengendalian Hama Kutu Lilin**

Dari berbagai data dan informasi diketahui bahwa ternyata hama jenis pencucuk pengisap (superfamili Aphidoidea) banyak menyebabkan kerusakan dan permasalahan sangat serius pada pohon-pohon jenis konifer (jenis-jenis pinus dan daun jarum) di berbagai negara. Serangan hama pencucuk pengisap telah mengakibatkan krisis di kehutanan negara-negara Afrika. Sampai dengan saat ini serangan hama aphid (pencucuk pengisap) ini sudah berjalan selama 40 tahun (keberadaan hama pertama kali diketahui tahun 1968).

Mengingat seriusnya permasalahan hama kutu lilin bagi keberlangsungan pengelolaan hutan pinus, maka diperlukan pengendalian hama secara terpadu, berkelanjutan dan menyeluruh oleh berbagai pihak terkait.

Upaya yang dapat diterapkan antara lain :

- a. Karantina
- b. Survei dan monitoring : cara ini penting dilakukan untuk mengetahui perkembangan (penyebaran dan dampak) serangan hama kutu lilin dari waktu ke waktu secara detail. Dengan demikian, maka keputusan langkah pengendalian (kapan dan di mana) dapat diambil secara tepat.
- c. Pengendalian secara kimiawi : keuntungannya merupakan cara cepat untuk melindungi pohon; kerugiannya antara lain dapat mematikan parasit dan predator, di samping dampak polusi lingkungan.
- d. Manipulasi silvikultur : penggunaan jenis-jenis species alternatif, pemilihan tapak yang tidak cocok bagi hama kutu lilin, penjarangan tegakan yang terserang untuk

- meningkatkan kesehatan (vigoritas) pohon, penanaman lebih dari satu jenis species pada suatu lokasi pertanaman.
- e. Pengendalian secara mekanik : melalui penggunaan perangkap dan penyemprotan air volume tinggi ke cabang-cabang. Cara ini tidak menimbulkan efek negatif pada lingkungan, tapi belum teruji untuk hama kutu lilin, juga perlu banyak tenaga pelaksana.
  - f. Observasi resistensi genetik : pada suatu tegakan pinus yang terserang hama kutu lilin. Dari berbagai observasi lapangan diketahui bahwa terdapat peluang adanya pohon resisten (*pohon sehat hijau tidak dijumpai adanya serangan kutu lilin, pohon bersih dari kutu lilin*) dan juga pohon toleran (*kutu lilin menyerang, tapi pohon tetap sehat hijau tidak menunjukkan gejala sakit*). Untuk mendapatkan pohon yang benar-benar resisten ataupun toleran, maka observasi kontinyu perlu dilakukan terhadap pohon-pohon kandidat resisten-toleran yang telah dipilih.
  - g. Pengendalian secara biologi, dilakukan dengan cara mengintroduksi musuh alami hama kutu lilin.

### **C. Hama dan Penyakit Tanaman Mahoni**

Mahoni (*Switenia* sp) merupakan species dengan mutu kayu yang baik untuk bahan bangunan. Beberapa hama dan penyakit yang teridentifikasi antara lain :

1. Serangan pada persemaian mahoni disebabkan oleh *Xylosandrus compactus* (*scolytid beetle*) sejenis kumbang sisik yang menyerang batang semai. Merupakan famili Coleoptera, Scolyptidae. Hama ini meletakkan telurnya

di dalam batang, dan larvanya hidup di dalam batang tersebut, sehingga mengakibatkan kerusakan, dan semai tersebut roboh/mati. Selain pada semai, kadang hama ini juga meletakkan telur-telurnya pada ranting dan cabang pohon lainnya.

2. Penggerek pucuk *Hypsipyla robusta* (shoot borer)

Merupakan famili Lepidoptera; Pyralida. Pada tingkat larva menyerang tegakan pada tingkat sapling terutama pada umur 3-6 tahun dengan tinggi antara 2-8 m, pada pohon dengan umur tua jarang dijumpai serangan ini. Dengan daur hidup 1-2 bulan, berbagai tingkatan larva dapat sekaligus melakukan penyerangan berulang kali.

Gejala yang nampak adalah pucuk tiba-tiba menjadi layu, mengering dan lama-lama mati. Jika dipotong bagian batang pucuk yang mati akan dijumpai terdapat larva kumbang (seperti ulat) berada di dalamnya.

Sampai saat ini belum ditemukan metode yang efektif guna mengatasinya. Pencegahan yang dianjurkan antara lain penanaman multikultur (campur) antara mahoni dan akasia mangium dan pencampuran dengan *Azadirachta indica* (mimbo) atau beberapa jenis yang lainnya.

3. Ulat pemakan daun

Hama lain yang menyerang tanaman mahoni adalah ulat pemakan daun *Attacus atlas* (Lepidoptera, Saturnidae) dan sejenis lebah pemotong daun *Megachile sp* (Hymenoptera, Megachilidae). Serangan hama ini belum dianggap merugikan karena intensitas dan dampaknya yang masih minor/kecil.



#### 4. Jamur akar

Jamur ini menyerang pada pertengahan musim hujan tumbuh dari bawah menyebar dengan cepat dan seringkali menyebabkan kematian pohon pada akhir musim hujan. Jamur ini diperkirakan menular melalui aliran air terutama pada daerah miring serta masuk lewat luka pada akar tanaman dan menyerang seluruh bagian tanaman.

### D. Hama dan Penyakit Tanaman Sengon

Hama dan penyakit yang menyerang tanaman mahoni yang teridentifikasi seperti pada Tabel 4.2. berikut :

Tabel 4.2. Jenis Hama dan Penyakit Tanaman Sengon

No	Bagian Tanaman yang diserang	Jenis hama dan penyakit	Nama HPT umum	Keterangan
1.	Menggerek Batang	<i>Xylocopa festiva</i> (Coleoptera, Ceramycidae) <i>X. globosa</i>	Hama boktor	
2.	Pemakan daun	<i>Pteroma plagiophleps</i> (Lepidoptera, Psychidae) <i>Eurema blanda</i> (Lepidoptera, Pieridae)	Ulat kantong kecil Ulat kupu-kupu kuning	Serangan spradis
3.	Pemakan akar	Beberapa species (Coleoptera, Scarabaeidae)	Ulat putih	Menyerang sapling
4.	Pemakan kulit batang	<i>Indarbela quadrinotata</i> (Lepidoptera, Indarbelidae)	Ulat kulit batang	

No	Bagian Tanaman yang diserang	Jenis hama dan penyakit	Nama HPT umum	Keterangan
5.	Penggerek batang	<i>Xylosandrus morigerus</i> (Coleoptera, Scolytidae)	Kumbang sisik	
6.	<i>Damping-off</i>	<i>Pythium sp.</i> <i>Phytophthora sp.</i> <i>Rhizoctonia sp.</i>	Lodoh akar/batang	Menyerang semai
7.	Penyakit Antraknosa	<i>Colletotrichum sp.</i>	Antraknosa	Menyerang semai
8.	Busuk akar	<i>Botryo diplopedia sp.</i> <i>Ganoderma sp.</i> <i>Ustilina sp.</i> <i>Rosellinia sp.</i>	Jamur akar	Menyerang tanaman muda
9.	Kanker karat/puru	<i>Uromygladium tepperianum</i>	Jamur karat	Menyerang semua umur

Sumber : Nair (2000)

Berikut dijelaskan beberapa jenis HPT yang berpotensi besar kerusakannya.

### 1. Penyakit Karat Puru

Serangan karat puru pada sengon ditandai dengan terjadinya pembengkakan (*galls*) pada ranting/cabang, pucuk-pucuk ranting, tangkai daun dan helaian daun. Gall ini merupakan tubuh buah dari jamur.

Penyakit karat puru dapat menjadi persoalan yang serius dalam pengelolaan tanaman sengon. Penyebaran penyakit ini sangat cepat. Penyakit ini menyerang sengon mulai dari persemaian sampai lapangan dan pada semua tingkat umur. Kerusakan serius bila serangan terjadi pada tanaman muda (umur 1-2 tahun), karena titik-titik serangan (*gall*) bisa terjadi

di batang utama sehingga batang utama rusak/cacat, tidak dapat menghasilkan pohon berkualitas batang yang tinggi).

Penyebab penyakit karat puru yang menyerang tegakan sengon adalah jamur *Uromycladium tepperianum*. Jamur ini dikenal sebagai jamur karat yang menyerang lebih dari seratus species *Acacia*, jenis-jenis *Paraserianthes/Albizia* spp., *Racosperma* spp. (ketiganya merupakan anggota famili *Fabaceae* atau *Leguminosae*), menyebabkan pembengkakan (*gall*) yang menyolok pada dedaunan dan ranting pohon.

Setiap *gall* karat puru dapat melepaskan ratusan sampai ribuan spora yang dapat menularkan ke pohon-pohon sekitarnya dengan cepat melalui bantuan angin. Ukuran, bentuk, dan warna *gall* bervariasi tergantung bagian tanaman yang terserang dan umur *gall*. Warna *gall* pada awalnya hijau kemudian berubah menjadi coklat. Warna coklat indikasi bahwa spora-spora yang melimpah siap dilepaskan.

Sebaran geografi penyakit ini adalah di Australia, New Caledonia, Papua New Guinea (1984), Maluku (1988/1989), Afrika Selatan (1992), Sabah (1993), Philipina (1997), Timor-Timur (mulai tahun 1998), dan Jawa (mulai 2003). Di Jawa, beberapa sentra sengon yang diketahui telah terserang penyakit karat puru antara lain : Lumajang, Jember, Banyuwangi, Probolinggo, Malang, Wonosobo, Boyolali, Salatiga, dan Wonogiri.

### **Pencegahan dan Pengendalian**

- a. Untuk serangan penyakit karat puru di persemaian, maka semai yang menunjukkan gejala serangan harus segera dicabut dan dimusnahkan (dibakar).
- b. Untuk mencegah perluasan sebaran penyakit karat puru,

perlu pengawasan yang ketat tentang transportasi benih, bibit, dan kayu tebangan dari daerah yang diketahui telah terserang ke daerah yang belum terserang.

- c. Pemeliharaan tanaman yang sudah ada (pemupukan dan penjarangan).
- d. Untuk tanaman yang telah terserang, maka upaya yang perlu dilakukan adalah menghilangkan *gall* dan bagian tanaman yang terserang sedini mungkin, sebelum *gall* membesar dan berwarna coklat. Langkah selanjutnya adalah mematikan sel-sel penyakit karat puru di bagian yang terserang agar tidak tumbuh *gall* lagi.
- e. Untuk mematikan sel-sel penyakit di bekas *gall* di atas dapat digunakan spiritus, kapur, garam, dan belerang. Caranya adalah sebagai berikut :
  - Spiritus : Bagian tanaman yang terserang dibersihkan dengan cara mengelupas *gall* tersebut dari batang/cabang/pucuk. Kemudian bagian tersebut disemprot/dioles dengan spiritus
  - Kapur + garam (5 kg kapur + 0,5 kg garam) dicampur dalam 5-10 liter air. Bagian tanaman yang terserang dibersihkan dari *gall*-nya, kemudian disemprot/dioles dengan campuran kapur garam
  - Belerang 1 kg + kapur 1 kg (1 : 1) + air 10/20 liter, diaduk hingga rata. Bagian tanaman yang terserang dibersihkan dari *gall*-nya, kemudian bagian tersebut disemprot/dioles larutan belerang kapur.
- f. Menghindari penanaman sengon untuk sementara, terutama di dataran tinggi yang berkabut.

- g. Untuk pengendalian jangka menengah dan jangka panjang dilakukan dengan cara rotasi tanaman dan pemuliaan tanaman sengon.
- Rotasi tanaman: penggantian sengon sebagai tanaman pokok, diganti dengan jenis-jenis *fast growing species* (FGS) yang potensial dan tidak menjadi inang jamur *Uromicladium* sp. Selama ini yang menjadi inang penyakit karat puru adalah dari jenis-jenis famili Fabaceae/Leguminosae, seperti jenis-jenis *Acacia* spp, *Paraserianthes/Albizzia* spp. dan *Racosperma* spp.
  - Pemuliaan tanaman sengon : dicari individu-individu pohon sengon yang tahan terhadap penyakit karat puru.

## **2. Hama Bektor (*Xystrocera festiva*, ordo Coleoptera)**

Titik awal serangan hama bektor adalah adanya luka pada batang. Umumnya telur diletakkan pada celah luka di batang. Telur baru ditandai utuh, belum berlubang-lubang; bila telur sudah berlubang-lubang dimungkinkan bahwa telur sudah menetas.

Sejak larva keluar dari telur yang baru beberapa saat menetas, larva sudah merasa lapar dan segera melakukan aktivitas penggorekan ke dalam jaringan kulit batang di sekitar lokasi di mana larva berada. Bahan makanan yang disukai larva bektor adalah bagian permukaan kayu gubal (*xylem*) dan bagian permukaan kulit bagian dalam (*floem*). Adanya serbuk gerek halus yang menempel pada permukaan kulit batang merupakan petunjuk terjadinya gejala serangan awal.

## **Pengendalian Hama Boktor**

Ada 6 prinsip pengendalian hama boktor pada tegakan sengon, yaitu cara silvikultur, manual, fisik/mekanik, biologis, kimiawi dan terpadu.

Pengendalian secara silvikultur dilakukan dengan:

- Upaya pemuliaan, melalui pemilihan benih/bibit yang berasal dari sengon yang memiliki ketahanan terhadap hama boktor.
- Penebangan pohon terserang dalam kegiatan penjarangan.

Pengendalian secara manual, antara lain dilakukan dengan:

- Mencongkel kelompok telur boktor pada permukaan kulit batang sengon,
- Menyeset kulit batang tepat pada titik serangan larva boktor sehingga larva boktor terlepas dari batang dan jatuh ke lantai hutan
- Diperlukan keterampilan petugas dalam mengenali tanda-tanda serta gejala awal serangan hama boktor.

Pengendalian secara fisik/mekanik, antara lain dilakukan dengan:

- Kegiatan pembelahan batang sengon yang terserang boktor,
- Pembakaran batang terserang boktor sehingga boktor berjatuh ke tanah,
- Dengan cara pembenaman batang terserang ke dalam tanah.

Pengendalian secara biologis, dilakukan dengan:

- Menggunakan peranan musuh alami berupa parasitoid, predator atau patogen yang menyerang hama boktor,
- Caranya dengan membiakkan musuh alami kemudian melepaskannya ke lapangan agar mencari hama boktor untuk diserang, musuh alami ini diharapkan akan mampu berkembang biak sendiri di lapangan.
- Teknik pengendalian secara biologis yang pernah dicoba antara lain: parasitoid telur boktor (kumbang pengebor kayu *Macrocentrus ancyliivorus*), jamur parasit (*Beauveria bassiana*), dan penggunaan predator boktor (kumbang kulit kayu *Clinidium sculptilis*).

Pengendalian secara kimiawi, dilakukan dengan:

- Aplikasi insektisida melalui cara bacok tuang, takik oles, bor suntik maupun semprot;
- Cara kimiawi tersebut ternyata tidak efektif untuk mengendalikan hama boktor.

Pengendalian secara terpadu, dilakukan dengan :

- Penggabungan dua atau lebih cara pengendalian guna memperoleh hasil pengendalian yang lebih baik;
- Contohnya pengendalian dengan cara menebang pohon yang terserang, kemudian batang yang terserang tersebut segera dibakar atau dibelah agar tidak menjadi sumber infeksi bagi pohon yang belum terserang.

### **3. Hama Ulat Kantong**

Hama ulat kantong (*Pteroma plagiophleps*: *Lepidoptera*, *Psychidae*) menyerang daun-daun tanaman sengon. Hama ini

tidak memakan seluruh bagian daun, hanya parenkim daun yang lunak; menyisakan bagian daun yang berliliin. Daun-daun tajuk yang terserang terdapat bercak-bercak coklat bekas aktivitas ulat. Bilamana populasi ulat tinggi dapat menyebabkan kerugian yang serius.

#### **4. Penyakit Jamur Akar Merah (*Ganoderma sp.*)**

Serangan penyakit jamur akar merah menyebabkan kematian pohon-pohon di tegakan sengon. Gejala yang mudah diamati adalah menipisnya daun-daun di tajuk sengon kemudian pohon mengering. Tanda keberadaan jamur dapat diamati pada pangkal pohon yang terserang; pada pangkal batang/leher akar keluar tubuh buah jamur *Ganoderma* berwarna merah kecoklatan, terutama pada musim penghujan. Keluarnya tubuh jamur mengindikasikan bahwa serangan pada pohon telah berlangsung lama, tingkat serangan sudah parah. Jamur ini menyebabkan busuknya perakaran pohon sehingga tanaman mati.

Kasus kerusakan akibat penyakit jamur akar merah ini di tegakan sengon masih jarang, belum banyak dijumpai. Namun demikian, bilamana kasus serangan sudah dapat dijumpai maka pada tahun-tahun mendatang potensi kerusakan/kematian pohon pada tegakan akan semakin membesar.

Hal ini seperti yang telah terjadi pada perusahaan tanaman *Acacia mangium* di HTI. Penyakit ini telah menyebabkan kerusakan yang serius, menyebabkan kematian cukup besar pada tanaman *Acacia mangium*. Kerusakan yang cukup besar pernah dilaporkan terjadi bahwa pada penyakit ini menjadi utama pada tanaman *Acacia mangium* umur 3 tahun dan menyebabkan kerusakan sebesar 40% dari total



tanaman umur 8 tahun. Kerusakan yang ditimbulkan pada daur kedua umumnya lebih parah dan lebih awal menyerang tanaman dibandingkan serangan pada tegakan daur tebangan pertama.

Upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan cara pembersihan tonggak pohon-pohon pada lokasi yang telah terserang, pembuatan parit isolasi, serta penggunaan pestisida.

### E. Hama dan Penyakit Tanaman *Acasia mangium*

Pada persemaian *Acasia mangium* seringkali terjadi serangan hama diantaranya serangga tanaman, belalang dan ulat kantong dan jamur akar yang menyebabkan berbagai kerusakan. Beberapa hama dan penyakit yang teridentifikasi antara lain :

Tabel 4.3. Jenis hama dan penyakit tanaman *Acasia mangium*

No	Tipe Kerusakan	Penyebab		Keterangan
		Nama Ilmiah	Nama Umum	
1	Penggerek akar	<i>Coptotermes curvignathus</i> (Isoptera, <i>Rhinotermitidae</i> )	Rayap	Menyebabkan kematian tingkat saplings
2	Pemakan daun	<i>Pteroma plangiophelps</i> (Lepidoptera, <i>Psychidae</i> )	Ulat kantong	Menyerang pada saplings muda
		<i>Valanga nigricormis</i> (Orthoptera, <i>Acrididae</i> )	Belalang	

No	Tipe Kerusakan	Penyebab		Keterangan
		Nama Ilmiah	Nama Umum	
3	Pencucuk pengisap	<i>Helopeltis theivora</i>	Serangga nyamuk	Menyerang pada saplings muda
4	Penggerek ranting	<i>Xylosabdrus sp dan Xyleborus fomicatus</i>	Penggerek ranting	Menyerang cabang muda
5	Penggerek batang	<i>Xylocera festiva</i>	Penggerek batang	
6	Karat daun	<i>Atelocauda digitata</i>	Karat daun	
7	Powder mildew (daun)	<i>Oidium spp.</i>	Embun tepung	
8	Black mildew (daun)	<i>Meliola spp.</i>	Embun jelaga	
9	Bintil daun	<i>Cercospora, petalotiopsis, Collectitricum spp.</i>	Bintil daun	
10	Kanker batang	<i>Corticium salmonicolor</i>	Penyakit pink	
11	Kanker hitam	<i>Pytophthora palmivora Cystospora sp. Hypixylon mammatum</i>	Kanker hitam	
12	Busuk hati	<i>Phellinus noxius Rigidoporus hypobrunneus Tinctoporellus epimitinus</i>	Jamur upas	
13	Busuk akar merah	<i>Ganoderma philipii</i>	Jamur akar merah	
14	Busuk akar putih	<i>Rigidoporus microporus</i>	Jamur akar putih	

Sumber : Nair (2000)

Di antara hama di atas *Helopeltis theivora* merupakan jenis hama yang paling potensial menyebabkan kerusakan. Hal ini terjadi karena hama menghisap cairan tanaman yang masih berumur muda sehingga akan mengakibatkan tanaman kekeringan lalu mati.

Penyakit pada tanaman *Acasia mangium* yang teridentifikasi antara lain :

Busuk hati/penyebab jamur upas (*Corticium salmonicolor*).  
Gejala-gejala yang dijumpai yaitu :

- Tanaman muda daun-daunnya mengalami klorosis, menguning hampir secara sistematis menyeluruh pada semua daun.
- Terdapat bercak kecoklatan tidak beraturan pada helaian daun yang telah menguning kemudian mengering dan rontok.
- Pada akar ditemukan kerusakan dengan kulit akar mudah lepas.
- Terdapat gejala seperti tersiram air panas atau lonyoh (lodoh).

Adapun cara penanggulangan antara lain dengan cara:

- Dengan aplikasi pupuk tepung belerang dan pupuk organik berupa humus atau pupuk kandang untuk menurunkan pH.
- Mengganti jenis tegakan yang lebih mampu bertahan pada pH cukup tinggi.

## F. Hama dan Penyakit Tanaman Sonokeling

Serangan hama dan penyakit pada tanaman sonokeling hanya menyebabkan kerusakan kecil pada pohon. Serangan hama umumnya menyerang akar yang disebabkan oleh *Macrotermes gilvus* dan *Odontotermes grandiceps*. Kanker batang bisa terjadi pada tanaman sonokeling (Pratiwi dkk., 2019).

Kerusakan akibat penyakit pada tanaman ditandai dengan daun muda yang menggulung (*nglinthing* : bahasa Jawa) dan perubahan warna pada daun tua yang diikuti serangan warna merah pada kayu gubal yang akhirnya akan menyebabkan kematian. Serangan ini disebabkan oleh jamur *Fusarium solani*.

Serangan penyakit lainnya adalah jamur akar Ganoderma yang dapat menyebabkan kematian pohon. Pada persemaian sonokeling kematian tinggi disebabkan oleh jamur *dumping-off* penyebab jamur upas (*Corticium salmonicolor*).

Direktur Konservasi Keanekaragaman Hayati (KKH) Ditjen KSDAE Kementerian LHK, melalui surat Nomor : S.1216/ KKH/MJ/KSA.2/12/2016 tanggal 28 Desember 2016 perihal Pemanfaatan Peredaran Jenis Sonokeling (*Dalbergia latifolia*) ke Luar Negeri menyampaikan bahwa mulai tanggal 2 Januari 2017 seluruh kegiatan pemanfaatan khususnya perdagangan ke luar negeri (ekspor) kayu sonokeling harus mengikuti mekanisme perdagangan luar negeri CITES, yaitu wajib diliput dengan dokumen Surat Angkut Tumbuhan dan Satwa Liar Ke Luar Negeri (SATSLN CITES) yang pelaksanaannya mengacu pada Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 447/Kpts-II/2003 tentang Tata Usaha Pengambilan atau Penangkapan dan Peredaran Tumbuhan dan Satwa Liar. Sedangkan untuk dalam

negeri, penerapannya masih menunggu hasil pembahasan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan *stakeholder* terkait.

### **G. Hama dan Penyakit Tanaman Mindi**

Mindi atau sering disebut dengan nama gringging (*Melia azedarach* L) merupakan tumbuhan berhabitus pohon termasuk dalam kelompok Meliaceae. Pohon besar dapat mencapai tinggi 45 m, diameter mencapai 60 -120 cm. Berdasarkan pengamatan di lapangan tinggi bebas cabang 8-20 m bahkan dapat mencapai 25 m. Tajuk menyerupai payung, dengan percabangan melebar, kadang menggugurkan daun. Pohon mindi mudah diserang penggerek pucuk *Hypsipyla robusta* Moore dan batangnya kadang-kadang diserang kumbang ambrosia *Xyleborus ferrugineus* yang mengakibatkan kualitas kayunya menurun (Martawijaya dkk., 1989). Pengendalian hama penggerek pucuk dapat dilakukan dengan tindakan silvikultur, antara lain menggunakan bibit tanaman yang tahan serangan hama, dapat pula dengan membuat hutan tanaman campuran. Cara pemberantasan lainnya adalah dengan menyuntikkan insektisida Nuvacron 20 SCW, Dimecron 50 SCW atau Gusadrin 15 WSC melalui takikan di batang Badan Litbang Kehutanan 2001

Hama dan penyakit yang menyerang tanaman mindi adalah hampir sama dengan jenis-jenis HPT yang menyerang tanaman mahoni. Penyakit yang berupa bakteri dan jamur yang menyerang bagian daun, ranting dan buah mindi, biasanya tidak menimbulkan kerusakan yang berarti. Pohon mindi mudah diserang penggerek pucuk *Hypsipyla robusta*

dan batangnya diserang kumbang *ambrosia Xyleborus ferrugineus* yang dapat menyebabkan kualitas kayu menurun.

Pengendalian hama penggerek pucuk dapat dilakukan dengan tindakan silvikultur antara lain menggunakan bibit yang tahan hama dan penyakit, menanam pohon dengan lahan yang sesuai dan dilakukan penyiangan, pemupukan, pemangkasan cabang, dan penjarangan untuk mengurangi serangan hama. Dapat pula dengan melakukan penanaman campuran dan memotong pucuk yang terserang. Cara lain dengan menyuntikkan insektisida setelah batangnya ditakik. (Balitbang Kehutanan, 2001).

## **H. Hama dan Penyakit Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*)**

Sedikit sekali di Indonesia dijumpai hama dan penyakit pada tanaman kayu putih. Berikut dijelaskan beberapa jenis yang teridentifikasi pada hutan tanaman kayu putih di pulau Jawa.

### **1. Hama Rayap**

Hama rayap sering menjadi permasalahan utama penyebab kematian tanaman kayu putih di lapangan. Rayap menyerang tanaman umur 0- 5 tahun, dengan risiko terparah pada tanaman kayu putih umur 0-1 tahun. Serangan hama rayap terjadi pada kondisi hujan belum/tidak teratur (awal penghujan maupun akhir penghujan).

Rayap memakan akar atau kulit (jaringan *floem*) di leher akar dan pangkal batang. Bila akar tanaman muda diserang maka distribusi nutrisi dari tanah terputus sehingga tanaman layu dan mati. Bila kerusakan terjadi pada leher akar/pangkal

batang menyebabkan akar tidak mendapat suplai makanan sehingga secara perlahan tanaman menjadi layu dan mati karena akar kehilangan energi untuk menyerap nutrisi dari tanah. Serangan pada bagian akar lebih berisiko dibandingkan serangan pada bagian leher akar.

Tingginya kasus serangan hama rayap pada tanaman kayu putih tidak terlepas dari tingginya bahan organik yang kaya selulosa yang menjadi sumber makanan rayap di sebagian besar lokasi tanaman kayu putih. Bahan organik tersebut berasal dari sisa-sisa tumpangsari (seperti: jagung, palawija, padi) yang berlangsung terus-menerus di lokasi tanaman kayu putih. Sisa panen umumnya ditumpuk di jalur tanaman pokok kayu putih. Dengan demikian, rayap selalu ada di petak tanaman kayu putih dan menimbulkan risiko kerusakan tinggi pada tanaman muda.

### **Pencegahan dan Pengendalian**

- Pemanfaatan abu sisa serasah daun kayu putih atau sisa panen tumpangsari. Abu ditaburkan di pangkal batang pada saat tanaman rawan serangan rayap, dan atau ditabur di pangkal batang saat penanaman. Abu kayu dilaporkan dapat mencegah rayap mendekati tanaman.
- Monitoring rutin terutama pada musim-musim di mana rawan serangan rayap. Dengan monitoring rutin dapat diketahui secara dini gejala serangan, sehingga dapat segera diambil tindakan guna pengendaliannya, mengurangi risiko kerusakan lebih besar.
- Jika tanaman muda telah terserang (pangkal batang/leher akar sudah terkelupas), maka untuk mengurangi risiko kerusakan lebih parah (kematian), maka pangkal batang

yang rusak perlu ditimbun tanah. Hal ini berguna untuk merangsang pembentukan kalus sehingga dapat tumbuh kulit baru ataupun tumbuh akar baru sehingga tanaman dapat tumbuh lagi.

- Mengurangi kerusakan mekanis, terutama pada lahan tumpangsari. Rusak/terputusnya akar akibat pengolahan tanah dapat meningkatkan stress (menurunkan vigoritas) tanaman sehingga tanaman mudah terserang hama penyakit. Untuk itu, jalur tanaman pokok harus dibebaskan dari tanaman tumpangsari.
- Bibit yang ditanam di lapangan harus bibit siap tanam (ukuran tinggi minimal 40 cm, dalam kondisi sehat/vigor) sehingga lebih tahan terhadap stress lingkungan di lapangan. Bibit yang sehat cenderung kurang disukai oleh hama (rayap).
- Mencegah penumpukan sisa panen tumpangsari di jalur tanaman pokok ataupun tetap menumpuk di dalam petak tanaman, karena sisa panen yang menumpuk tersebut akan mengundang rayap. Serasah/sisa panen tumpangsari tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber penyedia abu, yang dapat digunakan untuk mencegah serangan rayap pada tanaman-tanaman muda.
- Menghilangkan sarang-sarang rayap.
- Pemilihan lokasi rendah risiko.

## **2. Hama Pengisap Pucuk dan Ulat Penggerek Pucuk Kayu Putih**

### **Penyebab pucuk daun kayu putih kering – keriting**

Ada dua kelompok hama, yaitu kelompok hama pencucuk pengisap, dan kelompok hama penggerek pucuk/daun. Kedua



hama ini menyebabkan pucuk-pucuk tanaman kayu putih menjadi kering dan daun keriting. Hal ini mengakibatkan produksi panen daun kayu putih menjadi berkurang.

Hama pengisap (ordo Homoptera-Hemiptera) yang mengisap pucuk-pucuk ranting, memiliki ciri-ciri sebagai berikut : warna coklat tua, ukuran panjang  $\pm 1,5$  mm, tipe mulut pencucuk pengisap, memiliki sungut/antena panjang, memiliki struktur mirip kornikel panjang di bagian posterior dorsal abdomen, jumlah kaki 3 pasang, tubuh keras. Hama ini menyebabkan pucuk tunas muda layu dan kering.

Di samping kutu coklat di atas, untuk kelompok hama pencucuk pengisap juga dapat dijumpai jenis kutu putih/kutu sisik (*pseudococcidae = mealybug*), yang sering bersimbiosis dengan semut hitam. Bilamana populasi tinggi keberadaan hama ini juga merugikan.

Adapun ulat penggerek pucuk menyebabkan daun berlubang-lubang, keriting, pucuk kering. Aktivitas ulat penggerek dengan kutu pengisap pucuk menyebabkan turunnya produksi biomassa kayu putih.

### **Pengendalian hama pucuk kayu putih**

Kegiatan pengendalian dilakukan dengan penyemprotan insektisida, dilakukan bilamana kerusakan sudah mencapai ambang ekonomis. Insektisida yang digunakan adalah insektisida jenis kontak.

## **I. Upaya Pencegahan Hama dan Penyakit Tanaman**

Upaya pencegahan hama dan penyakit ditujukan untuk mempersempit potensi serangan HPT. Upaya tersebut adalah dengan mengelola/memanipulasi lingkungan bio-fisik yang

tidak disukai HPT tersebut. HPT akan berkembang dengan baik jika lingkungan bio-fisik mendukung perkembangannya serta jumlah pakan/makanan tersedia melimpah. Oleh karena itu, upaya pencegahan HPT didorong pada upaya monitoring rutin dan sistem silvikultur yang mendukung tanaman dan tidak mendukung HPT.

## **1. Monitoring Hama dan Penyakit**

Monitoring hama dan penyakit sebagai sistem pencegahan serangan hama dan penyakit merupakan tindakan deteksi dini dan preventif untuk mengetahui secara cepat hama dan penyakit yang menyerang sehingga dengan segera dapat dilakukan tindakan pemberantasan. Monitoring secara prinsipnya dilakukan pada setiap elemen kegiatan pengelolaan sumber daya hutan terutama diarahkan pada elemen kegiatan di mana diindikasikan terkait erat dengan adanya serangan dan pemberantasan dan atau pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Metode identifikasi hama dan penyakit menggunakan metode yang akan disampaikan pada berikutnya. Secara detail monitoring mencatat lokasi dan jumlah individu yang terserang, gejala dan tanda serta perkiraan kerugian dengan menggunakan dasar BSR atau nilai yang ditaksir serta waktu serangan. Adapun format Laporan Monitoring Hama dan Penyakit seperti pada lampiran buku ini.

Monitoring hama dan penyakit dilakukan pada kegiatan pengelolaan sumberdaya hutan sebagai berikut:

### **a. Kegiatan Persemaian**

Persemaian merupakan suatu areal atau tempat yang digunakan untuk memproses benih atau bahan lain dari

tanaman menjadi semai atau bibit siap tanam. Keberhasilan pembuatan persemaian menjadi dasar bagian keberhasilan tahapan kegiatan pengelolaan sumber daya hutan selanjutnya. Secara umum beberapa tahapan kegiatan persemaian antara lain:

- Perencanaan persemaian meliputi kegiatan pemilihan lokasi persemaian, penentuan luas persemaian, dan kebutuhan benih.
- Persiapan lapangan meliputi pembuatan rencana tapak, pembuatan dan pemasangan pal batas, pembersihan lapangan, pengolahan tanah dan penataan lapangan, pembuatan bedengan, pembuatan naungan, penyiapan media dan penanganan benih.
- Penyemaian meliputi kegiatan perlakuan benih, pencampuran media tabur dan media saph, penaburan dan penyapihan.
- Pemeliharaan meliputi kegiatan penyiraman, pembersihan/penyiangan rumput, pemupukan, penyulaman, dan seleksi.

Monitoring diarahkan dengan sasaran objek semai mulai berkecambah sampai dengan bibit siap kirim ke lapangan. Dengan latar belakang bahwa semai mempunyai tingkat kerentanan yang tinggi terhadap serangan hama dan penyakit maka monitoring dilaporkan setiap minggu oleh mandor persemaian.

Metode identifikasi hama dan penyakit menggunakan metode seperti disampaikan pada bab berikutnya. Secara detail monitoring mencatat lokasi dan jumlah individu yang terserang, gejala dan tanda serta perkiraan kerugian dengan

menggunakan dasar BSR atau nilai yang ditaksir serta waktu serangan.

## **b. Kegiatan Tanaman (10-3 Tahun)**

Kegiatan tanaman (1-3 tahun) terdiri dari kegiatan penanaman, pemeliharaan tahun I dan pemeliharaan tahun ke II.

### 1) Kegiatan penanaman

Kegiatan penanaman terbagi ke dalam beberapa tahapan kegiatan yaitu :

- Persiapan lapangan meliputi kegiatan pembersihan (tumpangsari dilaksanakan bulan Mei; banjarharian bulan Agustus-September) dan pengolahan lapangan (tumpangsari bulan Mei-Agustus; banjarharian 1-2 bulan sebelum penanaman).
- Pembuatan dan pemasangan acir (tumpangsari bulan Agustus-September; banjarharian September-Oktober).
- Pembuatan lubang tanaman (bulan September-Oktober)
- Penanaman (November-Desember)

Pada kegiatan penanaman monitoring dilakukan setiap Triwulan dilakukan oleh Mandor Tanam. Kerentanan pada lokasi tanaman Tahun I terjadi karena terkait siklus tata waktu hama dan penyakit yang bersamaan dengan mulainya musim penghujan.

### 2) Kegiatan pemeliharaan tanaman tahun II dan III

Pemeliharaan dilakukan pada lokasi tanaman dengan sistem banjarharian meliputi :

- Babat jalur dilaksanakan 3 (tiga) kali dalam satu tahun pada Triwulan I, II dan IV. Pembabatan tanaman secara jalur selebar 2 m pada jalur tanaman pokok.
- Dangir piringan dilaksanakan 2 (dua) kali dalam satu tahun pada Triwulan I dan IV. Dangir piringan berbentuk bundar dengan diameter 1 m pada tanaman pokok, pengisi, dan tepi dilakukan pendangiran jalur.

Pada kegiatan pemeliharaan ini monitoring dilakukan setiap selesai pekerjaan dilakukan oleh Mandor Tanam atau Mandor Pelaksana lainnya.

### **c. Kegiatan Pemeliharaan 4-5 Tahun**

Kegiatan pemeliharaan 4-5 tahun (pemeliharaan lanjutan) merupakan rangkaian kegiatan silvikultur guna mendapatkan tegakan yang bernilai tinggi. Kegiatan tersebut ditujukan untuk membebaskan tanaman pokok dari gangguan persaingan dengan tumbuhan liar atau semak belukar tanpa mengganggu perakaran tanaman pokok. Kegiatan tersebut berupa:

- Kegiatan penyiangan/pembersihan tumbuhan liar
- Pemangkasan tanaman sela/pagar
- Pangkas cabang (pruning)
- Gebrus jalur
- Pemupukan

Pada kegiatan pemeliharaan ini monitoring dilakukan setiap selesai pekerjaan dilakukan oleh Mandor RKP atau Mandor Pelaksana lainnya.

#### **d. Kegiatan Penjarangan**

Penjarangan adalah suatu perlakuan silvikultur berupa pengaturan ruang tumbuh tanaman dan penyeleksian tegakan yang akan dipelihara hingga akhir daur sehingga diperoleh tegakan yang merata (ruang tumbuh tidak rapat), tumbuh sehat dan berbatang lurus dan memperoleh hasil antara dari kegiatan tersebut sehingga pada akhir daur dapat diperoleh tegakan hutan dengan massa kayu besar dan kualitas kayu tinggi. Pada kegiatan Tunjuk Seset Polet (TSP) yang merupakan kegiatan penentuan pohon-pohon yang akan ditebang dalam kegiatan penjarangan. Kriteria dan urutan prioritas pohon yang akan dimatikan adalah sebagai berikut :

- Pohon yang terserang penyakit
- Pohon yang cacat/jelek
- Pohon tertekan yang tingginya kurang dari 3/4 peninggi (kecuali bila menimbulkan open plek).
- Pohon yang tumbuhnya abnormal
- Pohon yang terlalu rapat yaitu jaraknya lebih kecil dari jarak rata-rata normal.

Pada kegiatan penjarangan diharapkan tindakan penebangan jangan sampai menimpa pohon-pohon yang ditinggalkan karena hal tersebut dapat mengakibatkan cacat yang berupa patah cabang, luka batang, dan sebagainya yang akan mengakibatkan menjadi pintu masuk bagi inger-inger atau HPT yang lainnya.

## **2. Sistem Silvikultur**

Silvikultur adalah ilmu dan seni dalam mengelola sumber daya hutan sehingga tujuan yang diharapkan dapat

tercapai. Pendekatan silvikultur merupakan pendekatan yang sangat penting dalam pencegahan hama dan penyakit tanaman. Pendekatan silvikultur dapat dianggap sebagai pencegahan hama dan penyakit terpadu, di mana permasalahan terletak pada beberapa faktor yang tidak dapat dikendalikan sehingga strategi diarahkan pada faktor yang dapat dikontrol. Pencegahan hama dan penyakit terpadu merupakan strategi yang menggunakan dan menggabungkan metode pengendalian yang dapat dikontrol dengan tujuan untuk mengendalikan populasi hama pada tingkat yang diterima, tanpa memusnahkan sama sekali yang dapat berakibat mengganggu keseimbangan ekosistem. Hal tersebut dilakukan dengan mengendalikan jumlah populasi hama dan penyakit serta lingkungannya sehingga diperlukan pengetahuan ekologi hama dan penyakit dan makhluk hidup yang terkait dengannya.

Pengendalian hama terpadu juga harus mempertimbangkan biaya yang ada, jangan sampai biaya yang dikeluarkan lebih besar dari pendapatan yang akan diterima. Kondisi lahan dan pengelolaan tegakan yang baik akan meminimalisir dampak kerusakan hama dan penyakit. Pada banyak kasus dijumpai bahwa lahan dengan tingkat drainase dan aerasi baik serta kondisi pH 5,5-7 merupakan lahan "yang tidak nyaman" bagi tempat tinggal hama dan penyakit tanaman.

Tindakan silvikultur diarahkan untuk mengendalikan populasi hama dan penyakit atau mengelola lingkungan sehingga meminimalkan dampak serangan hama dan penyakit. Efektivitas tindakan silvikultur juga tergantung pada karakteristik hama dan penyakit yang menyerang. Cara

silvikultur, dilakukan dengan menyediakan lingkungan tempat tumbuh tanaman hutan sehingga dapat diperoleh tanaman sehat dengan produktivitas tinggi. Aplikasi silvikultur untuk penanganan penyakit layu bakteri adalah dengan memperbaiki drainase lahan dan pengaturan jenis tanaman tumpangsari pada tanaman pokok jati/rimba. Kedua langkah tersebut perlu dilakukan agar dapat diperoleh zona perakaran jati yang sarang, tidak jenuh air, sebuah persyaratan yang dibutuhkan bagi budidaya jati yang sehat. Perbaikan drainase lahan dilakukan dengan pembuatan parit-parit drainase khususnya di daerah-daerah dengan topografi datar. Jenis tumpangsari jati dengan padi cenderung menciptakan lingkungan tempat tumbuh yang buruk bagi tanaman pokok jati.

Beberapa tindakan atau kegiatan yang dilakukan guna melakukan pencegahan hama dan penyakit antara lain :

#### **a. Lingkungan Fisik**

##### **1) Pengaturan drainase**

Pengaturan drainase bertujuan untuk menciptakan sistem tata air mikro yang dapat menciptakan drainase yang baik sehingga tingkat kelembaban pada kondisi yang tidak dapat atau menghambat tumbuh dan berkembangnya hama dan penyakit.

##### **2) Pengolahan tanah**

Pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan tingkat aerasi yang baik yang berguna bagi tanaman pokok dan menciptakan lingkungan yang tidak nyaman bagi hama dan penyakit.

Pengolahan tanah dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk sehingga kandungan humus



akan meningkat. Maka kemampuan tanah untuk mengikat air menjadi tinggi dan tanah menjadi tidak mudah kering.

## **b. Lingkungan Biologi**

### 1) Pemilihan jenis yang tepat

Jenis tanaman dengan sifat resisten terhadap serangan hama dan penyakit dapat diperoleh secara alami atau dengan penerapan bioteknologi berupa pemuliaan pohon. Setiap species atau varietas mempunyai mekanisme pertahanan terhadap hama dan penyakit yang berbeda. Pemilihan jenis yang resisten ini tidak dapat bertujuan untuk menghilangkan hama sama sekali karena hama juga mempunyai mekanisme evolusi tersendiri untuk beradaptasi, tapi minimal dapat menekan laju perkembangan hama dan penyakit.

Pemilihan jenis yang tepat dapat dilakukan dengan pengamatan umum tegakan yang telah lama tumbuh di tempat (*indigenous trees*) atau dengan cara uji species dengan mempertimbangkan aspek lainnya. Penanaman jenis eksotis harus dicampur dengan jenis lokal guna meminimalisir dampak serangan hama dan penyakit.

### 2) Pemilihan bibit yang sehat

Pemilihan bibit yang sehat sangat penting dilakukan sebagai upaya pencegahan terhadap HPT yang dicirikan dengan batang kuat, daun segar (hijau dan tidak berlubang), fisik tidak tampak adanya serangan bakteri patogen, dll.

3) Pengaturan pola tanam dan jarak tanam

Pengaturan pola tanam terkait dengan hama dan penyakit ditujukan untuk menciptakan tingkat kelembaban tanah yang tidak terlalu tinggi. Pola tanam dan pemilihan jenis tanaman tumpangsari yang dapat mendukung berkembangbiaknya hama dan penyakit. Pengaturan pola tanam dan jarak tanam disesuaikan dengan jenis tanaman. Pengaturan jenis tumpangsari, perlu dipilih jenis tanaman tumpangsari yang tidak mensyaratkan penggenangan air/tanah dan selalu lembab. Apabila kondisi lahan cenderung lembab agar diupayakan penggantian jenis nonjati yang toleran terhadap kelembaban tanah yang tinggi.

4) Pemeliharaan intensif

Kegiatan pemeliharaan intensif dapat dilakukan melalui :

- Pembersihan tanaman dari faktor-faktor pengganggu (gulma, benalu)
- Pemupukan (dilakukan pada awal penanaman, selang 3 bulan/6 bulan, setelah 2 tahun tidak dilakukan pemupukan)
- Pemantauan adanya hama yang harus dilaksanakan secara terus-menerus

5) Penjarangan

Pada kegiatan Tunjuk Seset Polet (TSP) yang merupakan kegiatan penentuan pohon-pohon yang akan ditebang dalam kegiatan penjarangan. Kriteria dan urutan prioritas pohon yang akan dimatikan adalah sebagai berikut:

- Pohon yang terserang penyakit
- Pohon yang cacat/jelek
- Pohon tertekan yang tingginya kurang dari 3/4 peninggi (kecuali bila menimbulkan open plek).
- Pohon yang tumbuhnya abnormal
- Pohon yang terlalu rapat yaitu jaraknya lebih kecil dari jarak rata-rata normal.

Pada kegiatan penjarangan diharapkan tindakan penebangan jangan sampai menimpa pohon-pohon yang ditinggalkan karena hal tersebut dapat mengakibatkan cacat yang berupa patah cabang, luka batang, dan sebagainya yang akan mengakibatkan menjadi pintu masuk bagi inger-inger dan HPT lainnya.

## **J. Upaya Pengendalian Serangan Hama dan Penyakit**

### **1. Identifikasi Gejala dan Tanda Kerusakan Tanaman**

Identifikasi gejala dan tanda kerusakan ditujukan untuk memudahkan dalam mengambil kebijakan pengendaliannya. Kesalahan dalam identifikasi tanda dan gejala akan mengakibatkan kesalahan dalam pengendalian serangan HPT. Selain untuk mengidentifikasi serangan hama dan penyakit juga untuk mengetahui penyebab kerusakan apakah disebabkan oleh hama atau penyakit (patogen atau abiotik).

Mekanisme pelaksanaan identifikasi gejala dan tanda dan inventarisasi lokasi terkena HPT adalah sebagai berikut :

- a. Asper/KBKPH beserta KRPH melakukan kegiatan inventarisasi lokasi/petak-petak yang terserang hama penyakit. Inventarisasi lokasi dilakukan untuk mengetahui

data-data detail meliputi: letak/lokasi, jenis tanaman yang terserang hama dan penyakit tanaman, luasan atau jumlah individu dan tingkat kerusakan yang ditimbulkan serta proses kronologis serangan hama dan penyakit.

- b. Asper membuat laporan hasil inventarisasi ke KPH untuk dilakukan identifikasi gejala dan tanda serangan hama dan penyakit.
- c. Berdasarkan laporan dari BKPH, KPH membentuk tim pemeriksaan/identifikasi.
- d. Bersama Puslitbang SDH tim pemeriksa melakukan pemeriksaan dan identifikasi gejala dan tanda serangan hama dan penyakit dengan cara:
  - 1) Mengenali bentuk kerusakan pada tanaman yang terserang
    - Kerusakan oleh penyakit tanaman lebih bersifat fisiologis, kemunduran aktivitas seluler yang secara visual ditunjukkan oleh perubahan morfologi tanaman inang (gejala) seperti: klorosis daun, layu pucuk, bercak daun, busuk pangkal batang, busuk akar, dan lainnya. Dengan demikian organ-organ tanaman seperti daun, ranting, batang, dan akar tanaman umumnya utuh tanpa kerusakan fisik-mekanik.
    - Kerusakan oleh hama umumnya bentuk kerusakan berupa kerusakan/hilangnya bagian-bagian fisik tanaman secara jelas, akibat aktivitas serangga hama dalam mencari makanan, seperti akar muda putus bekas gerakan serangga, batang berlubang bekas gerakan serangga, daun rusak

bekas aktivitas serangga. Namun demikian, ada tipe kerusakan oleh serangan hama yang tidak menunjukkan adanya kerusakan fisik-mekanik organ tanaman, kerusakan yang nampak sekilas mirip kerusakan oleh penyakit tanaman.

- 2) Mengenali bentuk organisme penyebab kerusakan
  - Langkah selanjutnya setelah mengenali bentuk kerusakan adalah mengamati penyebab spesifik jenis hama atau penyakit yang menyerang tanaman. Umumnya lebih mudah dikenali pada saat pengamatan lapangan dilakukan. Pengenalan jenis serangga yang menyerang dilakukan dengan mengamati serangga hama, sisa-sisa sekresi dan sekresi serangga.
  - Kelompok serangga-serangga yang banyak menyebabkan kerusakan tanaman kehutanan antara lain : ordo *Orthoptera* (belalang), *Coleoptera* (kumbang bersayap keras), *Lepidoptera* (ulat), *Isoptera* (rayap), *Hymenoptera* (kelompok lebah dan tabuh-tabuhan) dan *Hemi-homoptera* (kelompok serangga pencucuk pengisap). Kelima ordo pertama menyebabkan kerusakan fisik-mekanik secara nyata. Sedangkan ordo *Hemi-homoptera* tidak menunjukkan bentuk kerusakan fisik-mekanik organ tanaman, sehingga secara sekilas bentuk kerusakan mirip gejala penyakit.
  - Penyebab spesifik kerusakan oleh penyakit memerlukan langkah identifikasi lebih rumit dan lama. Gejala kerusakan yang disebabkan

penyakit biotik maupun abiotik secara visual sama. Penyakit biotik di hutan antara lain disebabkan jamur patogen, bakteri patogen dan virus. Identifikasi secara umum penyebab kerusakan akan mudah dilakukan bilamana dapat dijumpai tanda-tanda penyakit (tubuh buah, hifa, dan spora dari kelompok jamur serta lendir pada jaringan *xylem* pada kasus serangan layu bakteri).

- Adapun faktor abiotik di lapangan antara lain disebabkan oleh defisiensi hara (lahan kritis), defisiensi air (musim kemarau panjang) dan drainase buruk. Untuk mengenali faktor abiotik dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang curah hujan, pengamatan kondisi lahan (kondisi solum tanah, bentuk topografi lahan), dan lain-lain.
- e. Kegiatan identifikasi bertujuan untuk menentukan intensitas serangan. Kegiatan ini dengan cara membuat petak ukur (PU) dengan bentuk lingkaran dengan jari-jari ( $r$ ) 17,8 m atau sensus.
- f. Berdasarkan hasil identifikasi, disusun BAP (Berita Acara Pemeriksaan) yang berisi intensitas serangan dan rekomendasi pengendaliannya.
- g. Pengambilan foto/dokumentasi  
Pengambilan dokumentasi dilakukan sebagai bukti visual dan sebagai bahan penelaahan bagi solusi penanganannya.

## **2. Analisa Terhadap Tempat Tumbuh dan Lingkungan**

- a. Analisa tempat tumbuh dan pengambilan sampel tanah  
Data-data yang diperlukan guna analisa tergantung keperluan arah analisa yang akan dilakukan. Secara umum, informasi yang perlu dikumpulkan antara lain data curah hujan, temperatur, pengamatan kondisi lahan (kondisi solum tanah, topografi, dan lain-lain). Analisa tempat tumbuh untuk mengetahui kondisi drainase, aerasi pH, dan bila memungkinkan mengetahui kandungan unsur hara tanah untuk mengetahui kemungkinan adanya defisiensi hara atau air.
- b. Pengambilan sampel tanaman/bagian tanaman  
Pengambilan sampel tanaman atau bagian tanaman diperlukan guna melakukan pengamatan dan identifikasi yang lebih spesifik atau mengetahui organisme perusakannya. Identifikasi bisa menggunakan dasar literatur yang ada ataupun melakukan konsultasi dengan ahli atau instansi terkait.

## **3. Studi Literatur untuk Kajian Pembeding**

Studi literatur diperlukan sebagai pembeding guna lebih memantapkan langkah-langkah yang akan diambil. Studi literatur disarankan untuk mengkaji lebih dari 2 sumber literatur guna memperkaya sudut pandang.

## **4. Penyusunan Rekomendasi Pemberantasan Hama dan Penyakit**

Rekomendasi pengendalian dengan 3 pilihan:

- a. Pemeliharaan bila dikarenakan faktor abiotik
- b. Pemberantasan

- c. Tebangan D2 hama dan penyakit
  - Berdasarkan hasil rekomendasi dari BAP, maka KPH membuat usulan suplesi RTT pemeliharaan/pemberantasan HPT dan atau tebangan D2 penyakit ke SPH untuk mendapatkan pertimbangan dan selanjutnya untuk mendapat pengesahan dari Biro Perencanaan Unit.
  - Bersamaan dengan itu, KPH mengajukan usulan otoritas anggaran kepada Biro Pembinaan dan Konservasi yang selanjutnya mendapatkan pengesahan anggaran.

## **K. Pemberantasan Hama dan Penyakit Tanaman**

### **1. Secara Fisik Mekanik**

Pembasmian hama dan penyakit secara fisik dapat dilakukan melalui:

- a. Pemangkasan lokal: bagian tanaman yang terserang dipotong atau dipangkas, hasil pangkasan kemudian dikumpulkan di suatu tempat yang terbuka dan aman, lalu dilakukan pembakaran.
- b. Dicabut: jika tanaman yang diserang dalam ukuran kecil (umur < 5 tahun atau bibit di persemaian) dan hampir semua bagian tanaman terserang maka tanaman tersebut dicabut sampai ke akarnya kemudian dikumpulkan di suatu tempat yang terbuka dan aman lalu di bakar.
- c. Ditebang: jika intensitas serangan tinggi (hampir semua bagian tanaman diserang >70% bagian tanaman diserang) atau sudah sangat parah dan tanaman berumur lebih dari 5 tahun, maka dilakukan tebangan D2 penyakit. Prosedur



penebangan mengikuti prosedur tebangan yang sudah ada.

- d. Dalam kegiatan pemangkasan dan penebangan harus memperhatikan aspek keselamatan kerja dengan mengacu pada prosedur kerja Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang sudah ada.
- e. Penghalang isolasi adalah daya upaya yang dijalankan untuk mencegah penyebaran hama dan penyakit tanaman berdasarkan peraturan perundang-undangan.
- f. Pemberian abu kayu pada serangan rayap
- g. Perlakuan panas

Pembasmian hama dan penyakit secara mekanik dapat dilakukan melalui:

- a. Pengambilan menggunakan tangan. Dapat dilakukan pada jenis hama ulat dan belalang, dengan intensitas serangan hama dalam skala kecil.
- b. Penangkapan bersama-sama oleh banyak orang (*gropyokan*-Jawa) pada hama belalang.
- c. Pemasangan perangkap antara lain:
  - Penggunaan lampu perangkap (*light trap*) untuk hama penggerak batang pada fase kupu-kupu. Lampu perangkap ini dipasang pada saat malam hari, peralatan yang diperlukan berupa: kain putih 2 x 1,5 m, lampu bohlam/neon, dan nampan penampung air. Kupu/ngengat yang diperoleh kemudian dimusnahkan.
  - Penggunaan perangkap kertas warna (*colour trapping*) untuk hama lalat putih. Warna kertas yang

digunakan bisa berwarna kuning atau lainnya yang cerah. Kertas terlebih dahulu diberi lem perekat atau racun tikus atau ter agar hama terperangkap pada kertas tersebut.

## **2. Penggunaan Pestisida**

### **a. Biopestisida/Pestisida organik**

Penggunaan pestisida organik dapat berupa bakterisida atau insektisida yang disesuaikan dengan jenis hama dan penyakit dan sesuai dengan dosis yang dianjurkan. Beberapa contoh tanaman yang bisa digunakan sebagai pestisida misalnya daun mimbo, mahoni, gadung, tembakau, daun sirsak, dan sebagainya. Atau jika dalam keadaan yang sangat memaksa bisa menggunakan pestisida kimia dengan catatan penggunaannya harus mengacu pada prosedur kerja Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang sudah ada.

### **b. Pestisida kimia**

Penggunaan pestisida kimia harus diminimalisir. Jika atas pertimbangan ekologi dan sosial terpaksa harus menggunakan pestisida kimia, maka pemilihan jenis pestisidanya harus yang tidak dilarang oleh FSC, WHO maupun peraturan perundangan yang lainnya serta menggunakan prosedur keamanan dan keselamatan sesuai dengan lembar data keselamatan bahan masing-masing. Penggunaan pestisida dalam pemberantasan hama dan penyakit dapat dilakukan dengan beberapa cara:

- 1) Dioleskan/bacok oles; cara ini digunakan untuk jenis pestisida sistemik, contoh untuk pemberantasan

hama penggerek batang atau penggerek pucuk. Aplikasinya dengan membuat lubang pada batang dengan paku kemudian cairan insektisida dimasukkan ke lubang atau melukai kulit batang sampai dengan bagian luar kayu gubal (jaringan sebelah dalam jaringan kambium), kemudian insektisida dioleskan dengan kuas atau disemprotkan ke bekas bacokan. Selanjutnya insektisida akan diangkut melalui jaringan gubal ke bagian batang atas.

- 2) Ditabur pada tanah atau dicampur dengan media tanam atau media semai. Cara ini digunakan untuk jenis pestisida berwujud granular (kode G dalam kemasan).
- 3) Disemprot langsung pada target hama/penyakit. Cara ini digunakan untuk jenis pestisida racun kontak atau racun lambung yang memiliki kode SC, WP, EC.
- 4) Fumigasi; cara ini digunakan untuk jenis-jenis pestisida fumigan. Contohnya untuk memberantas oleng-oleng dalam fase larva. Caranya dengan memasukan insektisida fumigan pada lubang gerak kemudian lubang ditutup malam.

Cara penggunaan bergantung jenis hama yang menyerang dan kondisi tanaman yang diserang.

### **3. Musuh Alami**

Penggunaan musuh alami dengan pengendalian biologis yaitu penggunaan serangga atau bakteri dalam pengendalian hama secara *innundative* (pelepasan musuh alami secara berulang dengan jenis lokal) dan *klasikal* (pelepasan musuh alami secara tidak berulang dengan jenis eksotik). Musuh

alami kita pilih musuh alami yang paling dekat dengan target hama, kita pilih yang terbatas/lebih sedikit sehingga tidak akan menyerang di luar target. Penggunaan musuh alami harus mengacu pada aturan penggunaan kontrol biologi.

Penciptaan musuh alami juga dibarengi dengan penciptaan habitat hidup bagi predator alami tersebut misalnya penanaman pohon atau tegakan sebagai tempat bersarang atau penghasil biji makanan predator. Secara umum, prinsip penggunaan musuh alami tetap memperhatikan keseimbangan ekosistem yang ada.

## **L. Pengelolaan Pasca Pengendalian**

### **1. Pengumpulan Data dan Informasi Kerusakan**

Sebagai bahan evaluasi diperlukan pengumpulan data lebih lanjut terkait dengan jumlah pohon dan volume pohon per m<sup>3</sup> serta analisa tingkat kerugiannya. Juga dilakukan pemetaan lokasi yang diserang dengan peta kerja skala 1:10000.

### **2. Sanitasi Lokasi Bekas Serangan Hama dan Penyakit**

Sanitasi lokasi bekas seragam dilakukan guna lebih menjamin bahwa pada lokasi tersebut sudah benar-benar bersih dari sumber dan faktor-faktor yang dapat menstimulasi berkembang kembali hama dan penyakit. Sanitasi dapat dilakukan dengan kegiatan sebagai berikut:

#### **a. Pembakaran Tumbuhan Bawah**

Pada proses pembakaran tumbuhan bawah diharuskan untuk membuat sekat bakar/ilaran api dengan menggunakan sekat bakar alami (menggunakan tanaman yang dapat menahan api)

## b. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Pengolahan tanah tetap mempertahankan kesuburan tanah
- Peralatan yang digunakan tidak merusak tanah
- Pembersihan areal dilakukan dengan tujuan mengurangi sumber hama.

## 3. Rehabilitasi

Kegiatan rehabilitasi ditujukan untuk kembali memulihkan kondisi sumber daya hutan seperti pada kondisi semula. Kegiatan rehabilitasi dilakukan dengan penggunaan bibit unggul, pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan arealnya, dan penggunaan jenis tanaman resisten dengan penjelasan sebagai berikut:

### **Pemilihan bibit yang sehat**

- Pemilihan bibit yang sehat sangat penting dilakukan sebagai upaya pencegahan terhadap HPT yang dicirikan dengan batang kuat, daun segar (hijau dan tidak berlubang), fisik tidak tampak adanya serangan bakteri patogen, dan lain-lain.

- Pengolahan tanah

Pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan tingkat aerasi yang baik yang berguna bagi tanaman pokok dan menciptakan lingkungan yang tidak nyaman bagi hama dan penyakit.

Pengolahan tanah dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk sehingga kandungan humus akan meningkat.

Dengan demikian kemampuan tanah untuk mengikat air menjadi tinggi dan tanah menjadi tidak mudah kering. Pengaturan drainase untuk menciptakan sistem tata air mikro yang dapat menciptakan drainase yang baik sehingga tingkat kelembaban pada kondisi yang tidak dapat atau menghambat tumbuh dan berkembangnya hama dan penyakit.

- Pemilihan jenis yang tepat

Jenis tanaman dengan sifat resisten terhadap serangan hama dan penyakit dapat diperoleh secara karakter alami atau dengan penerapan bioteknologi berupa pemuliaan pohon. Setiap species atau varietas mempunyai mekanisme pertahanan terhadap hama dan penyakit yang berbeda. Pemilihan jenis yang resisten ini bukan bertujuan untuk menghilangkan hama sama sekali karena hama juga mempunyai mekanisme evolusi tersendiri untuk beradaptasi, tetapi minimal dapat menekan laju perkembangan hama dan penyakit.

Pemilihan jenis yang tepat dapat dilakukan dengan pengamatan umum tegakan yang telah lama tumbuh di tempat (*indigenous trees*) dengan mempertimbangkan aspek lain tentu saja. Panaman jenis eksotis harus dicampur dengan jenis lokal guna meminimalisir dampak serangan hama dan penyakit.

- Pengaturan pola tanam dan jarak tanam

Pengaturan pola tanam terkait dengan hama dan penyakit ditujukan untuk menciptakan tingkat kelembaban tanah yang tidak terlalu tinggi. Pola tanam tumpangsari dapat mendukung berkembang biaknya hama dan penyakit jika

tidak tepat dalam pemilihan jenisnya. Pengaturan pola tanam dan jarak tanam disesuaikan dengan jenis tanaman. Pengaturan jenis tumpangsari, perlu dipilih jenis tanaman tumpangsari yang tidak mensyaratkan penggenangan air/tanah dan selalu lembab. Apabila kondisi lahan cenderung lembab agar diupayakan penggantian jenis nonjati yang toleran terhadap kelembaban tanah yang tinggi.

#### **4. Monitoring dan Evaluasi**

Untuk mengetahui efektivitas dari upaya pemberantasan mendapatkan data pengamatan dari upaya penanggulangan yang dilakukan, dilakukan pengamatan periodik pada lokasi yang pernah terserang hama dan penyakit dibuat plot pengamatan permanen yang terdiri atas berbagai perlakuan yang diterapkan.

Monitoring dilakukan satu bulan sekali/penilaian kondisi tanaman dilakukan sebelum pembuatan maupun secara berkala setelah aplikasi perlakuan sangat penting dilakukan.





### A. Proses Pembakaran

Untuk api dapat menyala dibutuhkan tiga hal utama, yaitu bahan bakar, panas, dan oksigen atau udara. Ketiga komponen tersebut sering disebut dengan fire triangle (Davis, 1959).



Gambar 5.1. Fire Triangle (bahan bakar, panas, dan oksigen)

Bahan bakar di hutan dapat berupa humus, jatuhan daun di lantai hutan, akar, batang, cabang, ranting pohon, dan sebagainya yang semuanya merupakan hasil fotosintesa daripada tanaman dalam jangka waktu yang panjang. Sedangkan panas biasanya datang dari kondisi iklim yang berubah ekstrim, di mana penyinaran matahari yang lama dengan jumlah hari hujan yang sangat minim pada setiap bulan dan tahun. Makin terbukanya hutan akibat jalan-jalan *logging* akan menyebabkan semakin mantapnya aliran udara

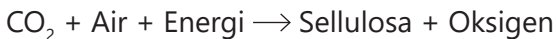
di dalam hutan, sehingga dengan sendirinya menciptakan kondisi yang mudah terbakar.

Secara sederhana proses pembakaran hutan dapat digambarkan sebagai kebalikan daripada proses fotosintesa tanaman sebagai berikut:

Pembakaran:



Fotosintesa:



Secara teoritis proses pembakaran dapat dijelaskan melalui beberapa tahapan, yaitu konveksi (aliran), radiasi (pancaran) dan konduksi (hantaran).

Konveksi adalah proses rambatan kalor (panas) dalam suatu zat yang disertai dengan perpindahan massa. Bagian udara di lantai hutan akan naik suhunya pada suatu kebakaran bawah yang berakibat massa jenisnya berkurang. Perbedaan massa jenis udara bagian bawah dan atas menyebabkan adanya pertukaran massa. Ini menyebabkan adanya aliran massa yang membawa panas.

Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa memerlukan medium. Kalor dalam proses ini dipancarkan dalam bentuk gelombang elektromagnet pembawa panas (sinar infra merah). Peristiwa pancaran kalor dari matahari sampai ke bumi adalah suatu proses radiasi.

Sedangkan konduksi adalah proses rambatan kalor dalam zat yang tidak disertai perpindahan massa. Pemanasan pada pangkal batang pohon yang terbakar akan menaikkan kalor/suhu pada bagian pohon yang lain.

Melalui ketiga proses fisika inilah bagaimana api dalam suatu kebakaran dapat menyala, muncul dan merambat dengan cepatnya. Angin yang kencang tentu akan sangat memainkan peranan yang besar dalam menyebarkan panas dengan proses konveksi, sehingga keadaan mudah terbakar akan semakin mungkin.

Pemanasan global dari sinar matahari menyebabkan bahan bakar menjadi kering, sehingga mudah dilalap api dari satu bagian ke bagian lainnya (konduksi).

Dari keadaan yang disebutkan di atas dapat menimbulkan api secara alami, bilamana pemanasan telah cukup tinggi dan lama. Belum lagi jika memang sumber api berasal dari para peladang yang bekerja di hutan ataupun kelalaian para pekerja hutan.

Kalimantan mengandung sumber daya batu bara yang melimpah yang merupakan bahan bakar potensial untuk api dapat menyala jika musim kemarau panjang datang. Kalimantan Timur memiliki 14,6% dari sejumlah 36,6 milyar ton cadangan geologi batu bara Indonesia dengan mutu terbaik terdapat di Sangatta dan Bukit Asam (Sumatera Selatan). Dalam suatu kebakaran akibat kandungan batu bara diketahui bahwa batu bara dan vegetasi merupakan bahan bakar yang sampai sekarang ini masih belum ditemukan teknik yang tepat untuk memadamkannya (Boer, 1996).

## **B. Tipe-Tipe Kebakaran Hutan**

Ada 3 lapisan bahan bakar di hutan, yaitu bahan bakar pada tajuk, permukaan lantai hutan dan di bawah permukaan lantai hutan. Biasanya kebakaran hutan dimulai dengan kebakaran permukaan yang nantinya dapat merambat

menjadi kebakaran tajuk. Tipe-tipe kebakaran hutan adalah sebagai berikut:

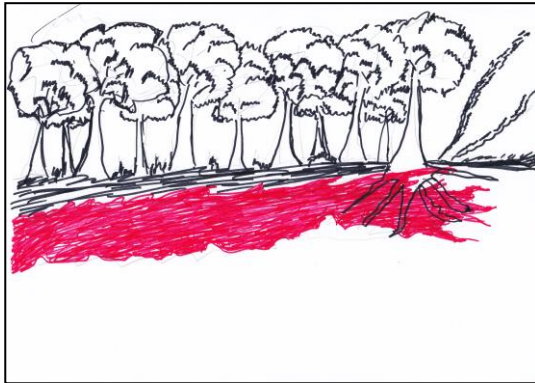
### **1. Kebakaran Bawah (*Ground Fire*)**

Pada tipe kebakaran ini api membakar bahan-bahan organik yang terdapat di bawah seresah seperti humus, gambut, serbuk gergaji, akar pohon ataupun kayu yang sedang melapuk.

Sifat bahan bakar ini yang bertekstur halus, padat, dan lepas menunjang kebakaran dalam arti membara, jadi bukan menyala. Bahan organik ini dapat membara apabila kadar airnya kurang dari 20% dan bila sudah membara dapat dalam waktu lama menghasilkan reaksi yang menimbulkan panas (*reaksi exother*).

Pada proses pembakaran ini sedikit sekali memerlukan suplai oksigen dari luar. Kebakaran bawah sukar sekali dideteksi dan membutuhkan waktu yang cukup lama dan biasanya terjadi bersamaan dengan kebakaran permukaan.

Kebakaran bawah terjadi antara humus dengan tanah mineral yang efek pemanasannya pada pangkal akar dapat mematikan kambium kayu. Pengaruh angin dan faktor luar adalah relatif kecil. Terutama pengaruh angin terhadap penjararan. Bentuk penjararan pada kebakaran bawah adalah berupa lingkaran yang berjalan sangat lambat. Bentuk penjararan dan penyebaran kebakaran bawah adalah seperti yang disajikan pada gambar 5.2.



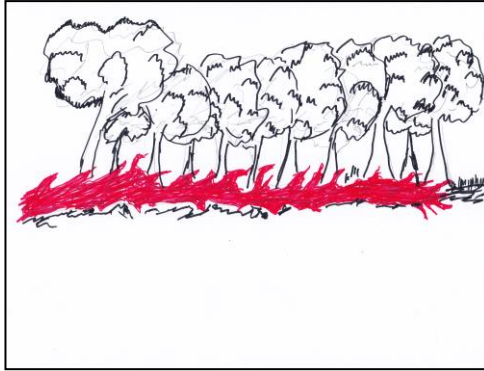
Gambar 5.2. Kebakaran bawah

Teknik pemadaman kebakaran bawah adalah secara tidak langsung yaitu dengan membuat sekat bakar berupa parit sampai lapisan tanah mineral (memutus lapisan bahan bakar).

## 2. Kebakaran Permukaan (*Surface Fire*)

Api membakar bahan-bahan organik dan vegetasi di atas lantai hutan, yaitu seresah, tumbuhan bawah, anakan pohon, dan lain-lain.

Bentuk nyala api adalah seperti api unggun, di mana angin memainkan peranan dalam penyebaran kebakaran ini. Bentuk jalaran adalah lonjong ke satu arah menuju arah angin. Bentuk jalaran api dapat di lihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3. Kebakaran permukaan

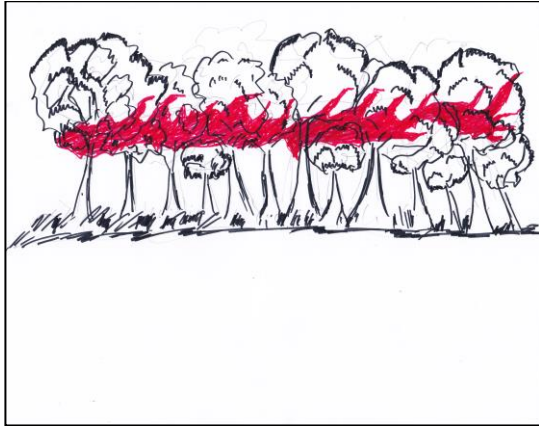
Anakan tanaman dan tanaman muda akan habis terbakar atau paling tidak mati layu karena pengaruh pemanasan.

### 3. Kebakaran Tajuk (*Crown Fire*)

Peristiwa kebakaran tajuk merupakan peristiwa kebakaran yang besar dan biasanya merupakan akibat dari penjarangan kebakaran permukaan. Namun tidak selalu demikian, karena dapat saja kebakaran tajuk terjadi secara terpisah, misalnya akibat sambaran petir.

Bahan bakar potensial adalah tajuk pohon dengan ranting-ranting dan cabang pohon yang bilamana terbakar habis akan menyebabkan pohon-pohon menjadi kering dan mati. Jenis konifer yang banyak mengandung resin mengakibatkan lebih mudah terbakar daripada jenis-jenis tajuk daun lebar.

Pengaruh angin pada kebakaran tajuk sangat berarti dalam menentukan penyebaran api. Bentuk jalaran api adalah lonjong ke suatu arah sesuai dengan arah angin seperti pada kebakaran permukaan. Sebagai contoh terlihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4. Kebakaran tajuk

Tipe kebakaran hutan yang lain seperti yang diungkapkan oleh Hawley dan Stickel (1948), mengklasifikasikan kebakaran berdasarkan besarnya areal yang terbakar, seperti berikut:

Kelas A : Luas areal yang terbakar 0,25 acre atau kurang (1 acre = 0,45646 hektar).

Kelas B : Luas areal yang terbakar 0,25 acre atau kurang dari 10 acre.

Kelas C : Luas areal yang terbakar 10 acre sampai kurang dari 100 acre.

Kelas D : Luas areal yang terbakar 100 acre sampai kurang dari 300 acre.

Kelas E : lebih dari 300 acre

Untuk ekosistem hutan dikenal klasifikasi kebakaran yang didasarkan pada *fire cycle*, tipe, intensitas, dan frekuensi, musim, pola, dan besarnya kebakaran sebagai berikut:

0 = Tidak adanya kebakaran secara alamiah, atau jika ada kecil sekali.

- 1 = Kebakaran ringan yang tidak sering terjadi (berulang dengan interval waktu lebih dari 25 tahun).
- 3 = Kebakaran besar, tetapi tidak sering terjadi (berulang dengan interval waktu lebih dari 25 tahun).
- 4 = Kebakaran besar terjadi dengan interval waktu yang pendek dan menyebabkan terjadinya kerusakan secara berganda pada permukaan lahan hutan (berulang dengan interval waktu antara 25 dan 100 tahun).
- 5 = Jangka waktu terjadinya kebakaran cukup lama dan menyebabkan terjadinya kerusakan secara berganda pada permukaan lahan (berulang dengan interval waktu 100 tahun hingga 300 tahun).
- 6 = Terjadinya kebakaran hutan yang besar, berulang dalam jangka waktu lama (interval waktu lebih dari 300 tahun).

Lamanya rata-rata waktu api membakar suatu kawasan disebut sebagai *fire cycle*, ini biasanya terulang dengan pola yang sama sebagai akibat dari iklim umum secara global.

## **C. Kerusakan Akibat Kebakaran Hutan**

### **1. Efek Kebakaran Terhadap Hutan dan Pohon**

Pengaruh daripada akibat kebakaran hutan perlu diketahui karena dapat merusak landasan untuk menentukan kebijakan dalam pengelolaan hutan, khususnya pertimbangan ekonomi dalam menanggulangi kebakaran hutan (Boer, 1996).

Akibat kebakaran hutan secara fisik dapat segera diketahui, tetapi pengaruh terhadap perkembangan hutan, kelestarian tata air, erosi dan banjir adalah sangat sulit untuk dinilai. Menurut Davis (1959) menyatakan bahwa kebakaran hutan yang berlangsung cukup lama dengan intensitas tinggi dapat



membunuh setiap jenis pohon. Dengan demikian, perbedaan ketahanan terhadap api dari berbagai jenis pohon menjadi tidak berarti. Prinsipnya pohon akan mati jika kambium dan sel-sel terluarnya mati akibat suhu luar yang terlalu tinggi, biasanya banyak kerusakan terjadi di pangkal batang. Bagian *phloem* dari kambium biasanya lebih dulu terbuka. *Xylem* tidak dapat lagi bekerja jika kambium mati.

Sel-sel dalam jaringan tumbuhan akan mengalami kematian dalam suhu 49°C dengan lama pemanasan sekitar satu jam. Kenaikan suhu berikutnya akan berakibat matinya pohon dalam waktu yang relatif lebih singkat, seperti beberapa temperatur suhu sesuai dengan pernyataan (Nelson, 1959 dalam Boer, 1996) sebagai berikut:

Suhu 54°C : sel-sel akan mati dalam 6 menit.

Suhu 60°C : sel-sel akan mati dalam setengah menit.

Suhu 65°C : sel-sel akan mati dalam beberapa detik.

Panas mempercepat terjadinya proses penguapan air. Ketahanan pohon terhadap api biasanya dikaitkan dengan keadaan pohon dan suhu internal umum. Secara umum, Boer (1996) menyebutkan akibat kebakaran hutan terhadap pohon dan hutan itu sendiri sebagai berikut:

- a. Luka-luka pada pohon, di mana merupakan tempat injeksi dari hama dan penyakit, mematikan pohon, mengurangi dan menurunkan riap dan merusak peremajaan atau tanaman muda.
- b. Perubahan iklim mikro, sehingga mengurangi kemampuan hutan dalam menjaga kestabilan udara.
- c. Hilangnya fungsi hutan sebagai pelindung tanah dan tata air.

- d. Kerusakan terhadap tanah hutan, baik secara fisik, kimia, dan biologis.
- e. Kematian atau pindahnya margasatwa ke tempat lain.
- f. Terancamnya pemukiman yang dapat menghilangkan nyawa dan harta benda bahkan nyawa, dan kesejahteraan penduduk sekitar hutan.
- g. Kerusakan terhadap nilai estetika, rekreasi, dan nilai-nilai ilmiah lainnya yang merupakan akibat tidak langsung.

Umumnya kebakaran hutan memberikan kerugian yang lebih besar dibandingkan kerugian akibat perusakan hutan lainnya. Kebakaran hutan akan menghabiskan bahan-bahan berkayu, menimbulkan panas dan meninggalkan sisa-sisa kebakaran seperti abu, bahan kimia, dan sebagainya. Dengan sendirinya terjadi perubahan secara biologis, kimia dan fisik daripada hutan pascakebakaran.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kepekaan pohon terhadap api adalah sebagai berikut:

- a. Suhu awal pohon  
Kenaikan suhu pohon menyebabkan kemungkinan untuk mudah terbakar lebih besar. Di alam suhu daun misalnya adalah kurang dari 21°C-27°C.
- b. Ukuran dan morfologi pohon  
Tingkat perkembangan pohon sangat menentukan kepekaan pohon terhadap api. Umur lebih muda biasanya lebih peka. Hasil penelitian di beberapa tempat kebakaran memperlihatkan tingginya kerusakan tegakan tingkat pancang dan sapihan. Namun, kebakaran yang besar dan berlangsung lama menyebabkan hilangnya ketahanan

pohon terhadap api. Batang pohon besar lebih sulit terbakar daripada cabang, ranting, dan dedaunan kecil.

c. Ketebalan dan sifat-sifat kulit pohon

Kulit dapat merupakan isolator (penahan panas). Sifat kulit yang tebal dan massif tentu dapat melindungi pohon dari pengeringan dan kemungkinan dimakan api. Jenis-jenis Dipterocarpaceae seperti Meranti tampaknya sangat peka terhadap api, karena hampir banyak ditemukan pohon-pohon yang terbakar kering pada tahun 1982/1983 adalah dari jenis ini. Sedangkan jenis Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) mungkin dapat sebagai contoh jenis yang dapat agak bertahan daripada panas api.

d. Keadaan percabangan pohon.

Pohon-pohon yang cepat mengalami *natural pruning* ataupun mereka yang bertajuk tinggi, biasanya banyak berhasil menghindari kebakaran.

e. Keadaan perakaran pohon

Sistem perakaran yang dangkal dan melebar sangat peka terhadap efek panas dari kebakaran hutan.

f. Mudah tidaknya daun terbakar.

g. Keadaan musim dan tingkat pertumbuhan pohon.

h. Bentuk tegakan seperti conifer yang lebih peka daripada bentuk daun lebar.

i. Dan masih banyak lagi faktor yang lainnya.

Klasifikasi kerusakan tegakan akibat kebakaran hutan sesuai dengan Boer (1996) adalah sebagai berikut:

a. Pohon terbakar basah.

Dartikan sebagai pohon-pohon yang terbakar, namun

masih dapat bertahan hidup setelah api padam. Dibuktikan dengan kembalinya bermunculan daun-daun muda.

b. Pohon terbakar kering.

Adalah pohon-pohon yang terbakar dan tidak dapat bertahan untuk melanjutkan hidupnya. Contoh daripada pohon ini masih banyak dapat ditemukan di hutan-hutan Kalimantan Timur saat ini yang merupakan saksi alam bencana besar beberapa puluh tahun yang lalu.

c. Pohon terbakar hangus.

Adalah pohon-pohon yang terbakar total dari mulai pangkal pohon sampai ujung pohon. Pohon-pohon ini masih berdiri 3-5 bulan setelah kebakaran hutan, lalu tumbang tertiuip angin dan tersiram air hujan.

## **2. Kerugian dan Dampak Kebakaran Hutan**

### **a. Areal Hutan yang Terbakar**

Beberapa tahun terakhir kebakaran hutan terjadi hampir setiap tahun, khususnya pada musim kering. Kebakaran yang cukup besar terjadi di Kalimantan Timur yaitu pada tahun 1982/83 dan tahun 1997/98. Pada tahun 1982/83 kebakaran telah menghancurkan hutan sekitar 3,5 juta hektar di Kalimantan Timur dan ini merupakan rekor terbesar kebakaran hutan dunia setelah kebakaran hutan di Brazil yang mencapai 2 juta hektar pada tahun 1963 (Soeriaatmadja, 1997).

Kemudian rekor tersebut dipecahkan lagi oleh kebakaran hutan Indonesia pada tahun 1997/98 yang telah menghancurkan seluas 11,7 juta hektar. Kebakaran terluas terjadi di Kalimantan dengan total lahan terbakar 8,13 juta hektar, disusul Sumatera, Papua Barat, Sulawesi, dan Jawa

masing-masing 2,07 juta hektar, 1 juta hektar, 400 ribu hektar dan 100 ribu hektar (Tacconi, 2003).

Selanjutnya kebakaran hutan Indonesia terus berlangsung setiap tahun meskipun luas areal yang terbakar dan kerugian yang ditimbulkannya relatif kecil dan umumnya tidak terdokumentasi dengan baik. Data dari Direktorat Jenderal Perlindungan hutan dan Konservasi Alam menunjukkan bahwa kebakaran hutan yang terjadi tiap tahun sejak tahun 1998 hingga tahun 2002 tercatat berkisar antara 3 ribu hektar sampai 515 ribu hektar (Direktotar Jenderal Perlindungan hutan dan Konservasi Alam, 2003).

#### **b. Kerugian yang Ditimbulkannya**

Kebakaran hutan akhir-akhir ini menjadi perhatian internasional sebagai isu lingkungan dan ekonomi khususnya setelah terjadi kebakaran besar di berbagai belahan dunia tahun 1997/98 yang menghancurkan lahan seluas 25 juta hektar. Kebakaran tahun 1997/98 mengakibatkan degradasi hutan dan deforestasi menelan biaya ekonomi sekitar US \$ 1,6-2,7 milyar dan biaya akibat pencemaran kabut sekitar US \$ 674-799 juta. Kerugian yang diderita akibat kebakaran hutan tersebut kemungkinan jauh lebih besar lagi karena perkiraan dampak ekonomi bagi kegiatan bisnis di Indonesia tidak tersedia. Evaluasi biaya yang terkait dengan emisi karbon kemungkinan mencapai US \$ 2,8 milyar (Tacconi, 2003).

Hasil perhitungan ulang kerugian ekonomi yang dihimpun Tacconi (2003) menunjukkan bahwa kebakaran hutan Indonesia telah menelan kerugian antara US \$ 2,84 milyar sampai US \$ 4,86 milyar yang meliputi kerugian yang dinilai dengan uang dan kerugian yang tidak dinilai dengan

uang. Kerugian tersebut mencakup kerusakan yang terkait dengan kebakaran seperti kayu, kematian pohon, HTI, kebun, bangunan, biaya pengendalian, dan sebagainya serta biaya yang terkait dengan kabut asap seperti kesehatan, pariwisata, dan transportasi.

### **c. Dampak Kebakaran Hutan**

Kebakaran hutan yang cukup besar seperti yang terjadi pada tahun 1997/98 menimbulkan dampak yang sangat luas di samping kerugian material kayu, nonkayu dan hewan. Dampak negatif yang sampai menjadi isu global adalah asap dari hasil pembakaran yang telah melintasi batas negara. Sisa pembakaran selain menimbulkan kabut juga mencemari udara dan meningkatkan gas rumah kaca.

Asap tebal dari kebakaran hutan berdampak negatif karena dapat mengganggu kesehatan masyarakat terutama gangguan saluran pernapasan. Selain itu, asap tebal juga mengganggu transportasi khususnya transportasi udara di samping transportasi darat, sungai, danau, dan laut. Pada saat kebakaran hutan yang cukup besar banyak kasus penerbangan terpaksa ditunda atau dibatalkan. Sementara pada transportasi darat, sungai, danau, dan laut terjadi beberapa kasus tabrakan atau kecelakaan yang menyebabkan hilangnya nyawa dan harta benda.

Kerugian karena terganggunya kesehatan masyarakat, penundaan atau pembatalan penerbangan, dan kecelakaan transportasi di darat, dan di air memang tidak bisa diperhitungkan secara tepat, tetapi dapat dipastikan cukup besar membebani masyarakat dan pelaku bisnis. Dampak kebakaran hutan Indonesia berupa asap tersebut

telah melintasi batas negara terutama Singapura, Brunai Darussalam, Malaysia, dan Thailand.

Dampak lainnya adalah kerusakan hutan setelah terjadi kebakaran dan hilangnya margasatwa. Hutan yang terbakar berat akan sulit dipulihkan karena struktur tanahnya mengalami kerusakan. Hilangnya tumbuh-tumbuhan menyebabkan lahan terbuka, sehingga mudah tererosi, dan tidak dapat lagi menahan banjir. Karena itu, setelah hutan terbakar, sering muncul bencana banjir pada musim hujan di berbagai daerah yang hutannya terbakar. Kerugian akibat banjir tersebut juga sulit diperhitungkan.

Analisis dampak kebakaran hutan masih dalam tahap pengembangan awal, pengetahuan tentang ekosistem yang rumit belum berkembang dengan baik dan informasi berupa ambang kritis perubahan ekologis berkaitan dengan kebakaran sangat terbatas, sehingga dampak kebakaran hutan sulit diperhitungkan secara tepat. Meskipun demikian, berdasarkan perhitungan kasar yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwa kebakaran hutan menimbulkan dampak yang cukup besar bagi masyarakat sekitarnya, bahkan dampak tersebut sampai ke negara tetangga.

#### **D. Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Hutan**

Sejak kebakaran hutan yang cukup besar yang terjadi pada tahun 1982/1983 yang kemudian diikuti rentetan kebakaran hutan beberapa tahun berikutnya, sebenarnya telah dilaksanakan beberapa langkah, baik bersifat antisipatif (pencegahan) maupun penanggulangannya.

## **1. Upaya Pencegahan**

Upaya yang telah dilakukan untuk mencegah kebakaran hutan dilakukan antara lain (Soemarsono, 1997):

- Memantapkan kelembagaan dengan membentuk Sub Direktorat Kebakaran Hutan dan Lembaga non struktural berupa Puskarhutnas, Puskarhutda dan Satlak serta brigade-brigade pemadam kebakaran hutan di masing-masing HPH dan HTI;
- Melengkapi perangkat lunak berupa pedoman dan petunjuk teknis pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan;
- Melengkapi perangkat keras berupa peralatan pencegah dan pemadam kebakaran hutan;
- Melakukan pelatihan pengendalian kebakaran hutan bagi aparat pemerintah, tenaga BUMN, dan perusahaan kehutanan serta masyarakat sekitar hutan;
- Kampanye dan penyuluhan melalui berbagai Apel Siaga pengendalian kebakaran hutan;
- Pemberian pembekalan kepada pengusaha (HPH, HTI, perkebunan dan Transmigrasi), Kanwil Dephut, dan jajaran Pemda oleh Menteri Kehutanan dan Menteri Negara Lingkungan Hidup;
- Dalam setiap persetujuan pelepasan kawasan hutan bagi pembangunan nonkehutanan, selalu disyaratkan pembukaan hutan tanpa bakar.

## **2. Tindakan Preventif Pencegahan Kebakaran Hutan**

Upaya untuk menangani kebakaran hutan ada dua macam, yaitu penanganan yang bersifat represif dan penanganan yang



bersifat preventif. Penanganan kebakaran hutan yang bersifat represif adalah upaya yang dilakukan oleh berbagai pihak untuk mengatasi kebakaran hutan setelah kebakaran hutan itu terjadi. Penanganan jenis ini, contohnya adalah pemadaman, proses peradilan bagi pihak-pihak yang diduga terkait dengan kebakaran hutan (secara sengaja), dan lain-lain.



Gambar 5.5. Kebakaran hutan di malam hari dan siang hari

Sementara itu, penanganan yang bersifat preventif adalah setiap usaha, tindakan atau kegiatan yang dilakukan dalam rangka menghindarkan atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran hutan. Jadi, penanganan yang bersifat preventif ini ada dan dilaksanakan sebelum kebakaran terjadi. Selama ini, penanganan yang dilakukan pemerintah dalam kasus kebakaran hutan, baik yang disengaja maupun tidak disengaja, lebih banyak didominasi oleh penanganan yang sifatnya represif. Berdasarkan data yang ada, penanganan yang sifatnya represif ini tidak efektif dalam mengatasi kebakaran hutan di Indonesia.

Hal ini terbukti dari kebakaran hutan yang terjadi secara terus menerus. Sebagai contoh: pada bulan Juli 1997 terjadi kasus kebakaran hutan. Upaya pemadaman sudah dijalankan, namun karena banyaknya kendala, penanganan menjadi

lambat dan efek yang muncul (seperti: kabut asap) sudah sampai ke Singapura dan Malaysia. Sejumlah pihak didakwa sebagai pelaku telah diproses, meskipun hukuman yang dijatuhkan tidak membuat mereka jera. Ketidakefektifan penanganan ini juga terlihat dari masih terus terjadinya kebakaran di hutan Indonesia, bahkan pada tahun 2008 ini. Oleh karena itu, berbagai ketidakefektifan perlu dikaji ulang sehingga bisa menghasilkan upaya pengendalian kebakaran hutan yang efektif.

### **3. Upaya Preventif**

Pencegahan Kebakaran Hutan menurut UU No 45 Tahun 2004, pencegahan kebakaran hutan perlu dilakukan secara terpadu dari tingkat pusat, provinsi, daerah, sampai unit kesatuan pengelolaan hutan. Ada kesamaan bentuk pencegahan yang dilakukan di berbagai tingkat itu, yaitu penanggung jawab di setiap tingkat harus mengupayakan terbentuknya fungsi-fungsi berikut ini:

- a. *Mapping*: pembuatan peta kerawanan hutan di wilayah teritorialnya masing-masing. Fungsi ini bisa dilakukan dengan berbagai cara, namun yang lazim digunakan adalah 3 cara berikut:
  - 1) Pemetaan daerah rawan yang dibuat berdasarkan hasil olah data dari masa lalu maupun hasil prediksi.
  - 2) Pemetaan daerah rawan yang dibuat seiring dengan adanya survai desa (*participatory rural appraisal*).
  - 3) Pemetaan daerah rawan dengan menggunakan *global positioning system* atau citra satelit.
- b. Informasi: penyediaan sistem informasi kebakaran hutan. Hal ini bisa dilakukan dengan pembuatan sistem deteksi

dini (*early warning system*) di setiap tingkat. Deteksi dini dapat dilaksanakan dengan cara berikut:

- 1) Analisis kondisi ekologis, sosial, dan ekonomi suatu wilayah.
  - 2) Pengolahan data hasil pengintaian petugas.
- c. Sosialisasi: pengadaan penyuluhan, pembinaan, dan pelatihan kepada masyarakat. Penyuluhan dimaksudkan agar menginformasikan kepada masyarakat di setiap wilayah mengenai bahaya dan dampak, serta peran aktivitas manusia yang seringkali memicu dan menyebabkan kebakaran hutan. Penyuluhan juga bisa menginformasikan kepada masyarakat mengenai daerah mana saja yang rawan terhadap kebakaran dan upaya pencegahannya.

Pembinaan merupakan kegiatan yang mengajak masyarakat untuk dapat meminimalkan intensitas terjadinya kebakaran hutan.

Sementara, pelatihan bertujuan untuk mempersiapkan masyarakat, khususnya yang tinggal di sekitar wilayah rawan kebakaran hutan, untuk melakukan tindakan awal dalam merespon kebakaran hutan.

- d. Standarisasi: pembuatan dan penggunaan SOP (*Standard Operating Procedure*). Untuk memudahkan tercapainya pelaksanaan program pencegahan kebakaran hutan maupun efektivitas dalam penanganan kebakaran hutan, diperlukan standar yang baku dalam berbagai hal berikut:
- Metode pelaporan
- Untuk menjamin adanya konsistensi dan keberlanjutan data yang masuk, khususnya data yang berkaitan

dengan kebakaran hutan, harus diterapkan sistem pelaporan yang sederhana dan mudah dimengerti masyarakat. Ketika data yang masuk sudah lancar, diperlukan analisis yang tepat sehingga bisa dijadikan sebuah dasar untuk kebijakan yang tepat.

- Peralatan

Standar minimal peralatan yang harus dimiliki oleh setiap daerah harus bisa diterapkan oleh pemerintah, meskipun standar ini bisa disesuaikan kembali sehubungan dengan potensi terjadinya kebakaran hutan, fasilitas pendukung, dan sumber daya manusia yang tersedia di daerah.

- Metode pelatihan untuk penanganan kebakaran hutan

Standarisasi ini perlu dilakukan untuk membentuk petugas penanganan kebakaran yang efisien dan efektif dalam mencegah maupun menangani kebakaran hutan yang terjadi. Adanya standarisasi ini akan memudahkan petugas penanganan kebakaran untuk segera mengambil inisiatif yang tepat dan jelas ketika terjadi kasus kebakaran hutan.

e. Supervisi: pemantauan dan pengawasan kepada pihak-pihak yang berkaitan langsung dengan hutan.

Pemantauan adalah kegiatan untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya kerusakan lingkungan, sedangkan pengawasan adalah tindak lanjut dari hasil analisis pemantauan. Jadi, pemantauan berkaitan langsung dengan penyediaan data, kemudian pengawasan merupakan respon dari hasil olah data

tersebut. Pemantauan, menurut kementerian lingkungan hidup, dibagi menjadi empat, yaitu:

- 1) Pemantauan terbuka  
Pemantauan dengan cara mengamati langsung objek yang diamati. Contoh: patroli hutan
- 2) Pemantauan tertutup (intelejen)  
Pemantauan yang dilakukan dengan cara penyelidikan yang hanya diketahui oleh aparat tertentu.
- 3) Pemantauan pasif  
Pemantauan yang dilakukan berdasarkan dokumen, laporan, dan keterangan dari data-data sekunder, termasuk laporan pemantauan tertutup.
- 4) Pemantauan aktif  
Pemantauan dengan cara memeriksa langsung dan menghimpun data di lapangan secara primer. Contohnya: melakukan survei ke daerah-daerah rawan kebakaran hutan.

Sedangkan, pengawasan dapat dilihat melalui 2 pendekatan, yaitu:

- Preventif: kegiatan pengawasan untuk pencegahan sebelum terjadinya kerusakan lingkungan (pembakaran hutan). Contohnya: pengawasan untuk menentukan status ketika akan terjadi kebakaran hutan.
- Represif: kegiatan pengawasan yang bertujuan untuk menanggulangi kerusakan yang sedang terjadi atau telah terjadi serta akibat-akibatnya sesudah terjadinya kerusakan lingkungan.

Untuk mendukung keberhasilan, upaya pencegahan yang sudah dikemukakan di atas, diperlukan berbagai pengembangan fasilitas pendukung yang meliputi:

- a. Pengembangan dan sosialisasi hasil pemetaan kawasan rawan kebakaran hutan.

Hasil pemetaan sebisa mungkin dibuat sampai sedetail mungkin dan disebarakan pada berbagai instansi terkait sehingga bisa digunakan sebagai pedoman kegiatan institusi yang berkepentingan di setiap unit kawasan atau daerah.

- b. Pengembangan organisasi penyelenggara pencegahan kebakaran hutan.

Pencegahan kebakaran hutan perlu dilakukan secara terpadu antarsektor, tingkatan, dan daerah. Peran serta masyarakat menjadi kunci dari keberhasilan upaya pencegahan ini. Sementara itu, aparaturnya pemerintah, militer dan kepolisian, serta kalangan swasta perlu menyediakan fasilitas yang memadai untuk memungkinkan terselenggaranya pencegahan kebakaran hutan secara efisien dan efektif.

- c. Pengembangan sistem komunikasi.

Sistem komunikasi perlu dikembangkan seoptimal mungkin sehingga koordinasi antartingkatan (daerah sampai pusat) maupun antardaerah bisa berjalan cepat. Hal ini akan mendukung kelancaran *early warning system*, transfer data, dan sosialisasi kebijakan yang berkaitan dengan kebakaran hutan.

#### **4. Upaya Penanggulangan**

Di samping melakukan pencegahan, pemerintah juga melakukan penanggulangan melalui berbagai kegiatan antara lain (Soemarsono, 1997):

- Memberdayakan posko-posko kebakaran hutan di semua tingkat, serta melakukan pembinaan mengenai hal-hal yang harus dilakukan selama siaga I dan II.
- Mobilitas semua sumber daya (manusia, peralatan, & dana) di semua tingkatan, baik di jajaran Departemen Kehutanan maupun instansi lainnya, maupun perusahaan-perusahaan.
- Meningkatkan koordinasi dengan instansi terkait di tingkat pusat melalui PUSDALKARHUTNAS dan di tingkat daerah melalui PUSDALKARHUTDA Tk I dan SATLAK kebakaran hutan dan lahan.
- Meminta bantuan luar negeri untuk memadamkan kebakaran antara lain: pasukan BOMBA dari Malaysia untuk kebakaran di Riau, Jambi, Sumsel, dan Kalbar; Bantuan pesawat AT 130 dari Australia dan Herkulis dari USA untuk kebakaran di Lampung; bantuan masker, obat-obatan, dan sebagainya dari negara-negara Asean, Korea Selatan, Cina, dan lain-lain.

#### **5. Peningkatan Upaya Pencegahan dan Penanggulangan**

Upaya pencegahan dan penanggulangan yang telah dilakukan selama ini ternyata belum memberikan hasil yang optimal dan kebakaran hutan masih terus terjadi pada setiap musim kemarau. Kondisi ini disebabkan oleh berbagai faktor antara lain:

- Kemiskinan dan ketidakadilan bagi masyarakat pinggiran atau dalam kawasan hutan.
- Kesadaran semua lapisan masyarakat terhadap bahaya kebakaran masih rendah.
- Kemampuan aparat pemerintah khususnya untuk koordinasi, memberikan penyuluhan untuk kesadaran masyarakat, dan melakukan upaya pemadaman kebakaran semak belukar dan hutan masih rendah.
- Upaya pendidikan baik formal maupun informal untuk penanggulangan kebakaran hutan belum memadai.

Hasil identifikasi dari serentetan kebakaran hutan menunjukkan bahwa penyebab utama kebakaran hutan adalah faktor manusia dan faktor yang memicu meluasnya areal kebakaran adalah kegiatan perladangan, pembukaan HTI dan perkebunan, serta konflik hukum adat dengan hukum negara, maka untuk meningkatkan efektivitas dan optimasi kegiatan pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan perlu upaya penyelesaian masalah yang terkait dengan faktor-faktor tersebut.

Di sisi lain belum efektifnya penanggulangan kebakaran disebabkan oleh faktor kemiskinan dan ketidakadilan, rendahnya kesadaran masyarakat, terbatasnya kemampuan aparat, dan minimnya fasilitas untuk penanggulangan kebakaran, maka untuk mengoptimalkan upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan di masa depan antara lain:

- Melakukan pembinaan dan penyuluhan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pinggiran atau dalam kawasan hutan, sekaligus berupaya untuk



meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya kebakaran hutan dan semak belukar.

- Memberikan penghargaan terhadap hukum adat sama seperti hukum negara, atau merevisi hukum negara dengan mengadopsi hukum adat.
- Peningkatan kemampuan sumber daya aparat pemerintah melalui pelatihan maupun pendidikan formal. Pembukaan program studi penanggulangan kebakaran hutan merupakan alternatif yang bisa ditawarkan.
- Melengkapi fasilitas untuk menanggulangi kebakaran hutan, baik perangkat lunak maupun perangkat kerasnya.
- Penerapan sanksi hukum pada pelaku pelanggaran di bidang lingkungan khususnya yang memicu atau penyebab langsung terjadinya kebakaran.



## PERHITUNGAN FREKUENSI DAN INTENSITAS SERANGAN HAMA PENYAKIT TANAMAN

### VI

Pentingnya pengenalan hama dan penyakit tanaman, telah menjadi pokok bahasan pada mata kuliah Perlindungan Hutan. Pada pokok bahasan ini mahasiswa dapat mengidentifikasi hama dan penyakit yang disebabkan oleh patogen baik biotik maupun abiotik.

Mengapa banyak mahasiswa yang enggan melakukan penelitian, baik di persemaian maupun di penanaman mengenai hal tersebut di atas karena waktu, biaya, dan tenaga yang diperlukan cukup lama. Pernyataan di atas sebetulnya bisa diminimalisir dengan kerja keras dan ketekunan setiap individu pelaksananya. Sebagai contoh agar kita dapat menetapkan kesehatan tanaman berdasarkan analisa langsung di lapangan yaitu sehat, terserang ringan, terserang sedang, terserang berat maupun mati. Selanjutnya kita dapat menghitung frekuensi serangan dan intensitas serangan berdasarkan hasil analisa di lapangan atau identifikasi di lapangan.

Identifikasi serangan hama dan penyakit terhadap tanaman memerlukan ketelitian dan kepekaan kita terhadap tanaman atau pohon sebagai objek yang akan kita tentukan kesehatannya. Faktor yang berpengaruh terhadap kondisi setiap pohon atau tegakan serta intensitas serangannya adalah faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik disebabkan oleh virus, jamur, bakteri, nematoda, mycoplasma, spiroplasma

dan ricketsia. Faktor abiotik bisa disebabkan oleh faktor tanah, cuaca, dan polutan.

Metode yang digunakan adalah metode pengamatan langsung terhadap pohon yang ada di lapangan baik yang ditanam maupun yang tumbuh alami seperti jenis pohon Akasia, Sungkai, Mangga, Jati, Shorea, Sengon dan lainnya, dimana jenis pohon yang diamati masing-masing berjumlah yang disesuaikan dengan keadaan lapangan dengan sampel (bisa 10%, 5%, 1%) atau dengan sensus apabila jumlah tanaman sedikit. Pengamatan dilakukan secara acak atau ditentukan sesuai dengan dengan metode pengamatan kita dan masing-masing pohon yang diamati diberi nilai (skor) berdasarkan gejala yang terlihat. Cara menentukan nilai (skor) penyakit yang disebabkan oleh faktor biotik maupun abiotik dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut :

Tabel 6.1. Cara Menentukan Skor Penyakit yang Disebabkan oleh Faktor Biotik Maupun Abiotik Pada Setiap Pohon

<b>Kondisi Tanaman (Gejala Serangan)</b>	<b>Skor</b>
Sehat (tidak ada gejala serangan, kecuali pada daun dengan kerusakan sangat sedikit).....	0
Terserang ringan (jumlah daun yang terserang dan jumlah serangan pada masing-masing daun yang terserang sedikit atau daun rontok atau klorosis sedikit atau tanaman tampak sehat tetapi ada gejala lain seperti kanker batang atau mati pucuk, terdapat <b>satu</b> lubang gerek pada batang) .....	1

<b>Kondisi Tanaman (Gejala Serangan)</b>	<b>Skor</b>
Terserang sedang (jumlah daun yang terserang banyak dan jumlah serangan pada masing-masing daun yang terserang banyak atau daun rontok atau klorosis banyak atau disertai dengan gejala lain seperti kanker batang atau mati pucuk, terdapat <b>satu atau lebih</b> lubang gerek pada batang).....	2
Terserang berat (jumlah daun yang terserang dan jumlah serangan pada masing-masing daun yang terserang sangat banyak atau daun rontok atau klorosis sangat banyak atau disertai dengan gejala lain seperti kanker batang atau mati pucuk, terdapat lebih dari <b>satu atau lebih</b> lubang gerek pada batang)	3
Mati (seluruh daun layu atau rontok atau tidak ada tanda-tanda kehidupan).....	4

Untuk menggambarkan kondisi pohon secara keseluruhan akibat serangan patogen dapat diketahui berdasarkan kriteria menurut Mardji (2003) sebagai berikut.

Tabel 6.2. Cara menentukan kondisi setiap jenis pohon berdasarkan intensitas serangan

<b>Intensitas serangan (%)</b>	<b>Kondisi tegakan</b>
0 –1	Sehat (S)
> 1 – 25	Rusak ringan (RR)
> 25 – 50	Rusak sedang (RS)
> 50 – 75	Rusak berat (RB)
> 75 –100	Rusak sangat berat/Rusak Total (RT)

Frekuensi serangan (F) dihitung dengan membandingkan jumlah pohon yang terserang dengan jumlah pohon secara

keseluruhan yang diamati, dinyatakan dalam persen (%) dengan rumus sebagai berikut:

$$FS = \frac{Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

FS : Frekuensi serangan

Y : Jumlah pohon yang terserang

X : Jumlah pohon yang diamati

Intensitas serangan (IS) dihitung dengan menggunakan rumus menurut de Guzman (1985), Singh dan Mishra (1992) yang dimodifikasi Mardji (2000) sebagai berikut:

$$IS = \frac{X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_3Y_3 + X_4Y_4}{XY} \times 100\%$$

Keterangan:

IS = Intensitas Serangan

X = Jumlah pohon yang diamati

Y = Jumlah kriteria skor (4)

$X_1$  = Jumlah pohon yang terserang ringan (skor 1)

$X_2$  = Jumlah pohon yang terserang sedang (skor 2)

$X_3$  = Jumlah pohon yang terserang berat (skor 3)

$X_4$  = Jumlah pohon yang mati (skor 4)

$Y_1$  = Nilai 1 dengan kriteria terserangan ringan

$Y_2$  = Nilai 2 dengan kriteria terserang sedang

$Y_3$  = Nilai 3 dengan kriteria terserang berat

$Y_4$  = Nilai 4 dengan kriteria mati atau tidak ada tanda-tanda kehidupan

Pengamatan di lapangan kita mengidentifikasi serangan hama dan penyakit setiap tanaman/pohon. Masukkan data hasil identifikasi ke dalam tabel tally sheet yang sudah

disiapkan sebelum ke lapangan sesuai dengan skor hasil identifikasi kita. Tanaman/pohon berikutnya kita identifikasi seperti pohon yang pertama dan seterusnya, sampai dengan jumlah tanaman/pohon yang sesuai dengan sampel yang telah kita rancang.

Identifikasi serangan hama dan penyakit pada tanaman/pohon di lapangan dapat mempersiapkan tally sheet. Tally sheet diberi keterangan sesuai dengan kondisi tanaman/pohon di lapangan untuk mempermudah pada saat pengolahan data setelah dari lapangan. Contoh tally sheet sebagai berikut.

Tabel 6.3. Tally sheet pengamatan pada pohon di lapangan.

<b>No. Pohon</b>	<b>Sehat</b>	<b>TR</b>	<b>TS</b>	<b>TB</b>	<b>Mati</b>
1	√				
2		√			
3		√			
4					√
5		√			
6			√		
7				√	
8	√				
9	√				
10					
11					
12					
13					
14					
15					

No. Pohon	Sehat	TR	TS	TB	Mati
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
dst					
Total					

Sebagai contoh berdasarkan hasil pengamatan di lapangan tanaman Jati (*Tectona grandis*) seluas 1 Ha dengan populasi tanaman 100 pohon di Desa Manunggal Jaya Kecamatan Tenggaraong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2019, maka didapatkan kondisi untuk masing-masing pohon yaitu dengan kriteria pohon Sehat (S), Rusak Ringan (RR), Rusak Sedang (RS), Rusak Berat (RB) dan Rusak Sangat Berat (RT) sebagaimana terlampir.



Berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi di lapangan maka didapatkan rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 6.4. Kondisi tegakan jati di Desa Manunggal Jaya umur 10 tahun

No	Jenis Pohon	Jumlah	Sehat	TR	TS	TB	Mati
1	Jati ( <i>Tectona grandis</i> )	100	50	23	9	10	8

Di bawah ini diuraikan cara perhitungan untuk mendapatkan nilai frekuensi dan intensitas serangan untuk masing-masing tegakan pohon.

Frekuensi Serangan:

$$FS = \frac{Y}{X} \times 100\%$$

$$FS = \frac{23 + 9 + 10 + 8}{100} \times 100\%$$

$$FS = \frac{50}{100} \times 100\% = 50\%$$

Intensitas Serangan (IS):

$$IS = \frac{X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3 + X_4 Y_4}{XY} \times 100\%$$

$$IS = \frac{23.1 + 9.2 + 10.3 + 8.4}{100.4} \times 100\%$$

$$IS = \frac{23 + 18 + 30 + 32}{400} \times 100\%$$

$$IS = \frac{103}{400} \times 100\% = 25.75\% \text{ (Rusak sedang)}$$

Dari hasil perhitungan frekuensi serangan terhadap tanaman Jati sebesar 50% dan Intensitas Serangan (IS) sebesar 25,75%. Kondisi tegakan jati adalah rusak sedang.

Faktor yang berpengaruh terhadap terhadap kondisi setiap pohon/tegakan serta intensitas serangannya adalah faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik disebabkan oleh virus, jamur, bakteri, nematoda, mycoplasma, spiroplasma, dan riketsia. Faktor abiotik bisa disebabkan oleh faktor tanah, cuaca dan polutan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan faktor penyebab penyakit terhadap jenis jati yang diamati adalah disebabkan oleh kanker batang, rayap, serangga penggerek/pengebor batang, mati pucuk (faktor biotik), tanah/kekurangan unsur hara, pernah terjadi kebakaran ringan (faktor abiotik).

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmayannur, I., dan Syam, Z. 2012. Analisis Vegetasi Dasar Di Bawah Tegakan Jati Emas (*Tectona grandis L.*) dan Jati Putih (*Gmelina arborea Roxb.*) di Kampus Universitas Andalas. *Jurnal Biologi UNAND*, 1(2).
- Agrios. G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Edisi Ketiga. Terjemahan Munzir Busnia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Boer. C. 1996. *Perlindungan Terhadap Kebakaran Hutan*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Davis, K.P. 1959. *Forest Fire, Control and Use*. Mc. Graw Hill. Book Company inc, New York, Tononto, London.
- Direktotar Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. 2003. *Kebakaran Hutan Menurut Fungsi Hutan, Lima Tahun Terakhir*. Direktotar Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, Jakarta.
- FAO. 2014. *The International Code of Conduct on Pesticide Management*. Rome.
- Ginawan, G., Adhya, I., dan Karyaningsih, I. 2020. Identifikasi Serangan Hama Pada Tanaman Akasia (*Acacia mangium*) di IUPHHK-HTI PT. Hutan Rindang Banua Provinsi Kalimantan Selatan. *Prosiding Fahutan*, 1(01).
- Hastuti, I. N., dan Gusyana, D. (2017, October). Frekuensi Serangan Serangga Inger-inger (*Neotermes tectonae* Damm) Pada Tegakan Jati di RPH Curah Jati BKPH Grajagan KPH Banyuwangi Selatan. In *Seminar Nasional PEI Cabang Bandung* (p. 74).
- Hendromono. 2001. *Mindi Melia azerdarach L.* Balitbang Kehutanan Departemen Kehutanan. Jakarta

- Konservasi Keanekaragaman Hayati. 2016. Pemanfaatan Peredaran Jenis Sonokeling (*Dalbergia latifolia*) ke Luar Negeri. Jakarta.
- Latumahina, F. S., & Lihawa, M. 2020. Serangan Hama Pada Tegakan Ekaliptus (*Eucalyptus alba*) di Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona Kota Ambon. *Agrologia*, 9(1).
- Mardji, D. 2000. Penuntun Praktikum Penyakit Hutan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Mardji, J. 2003. Perlindungan Hutan di Daerah Tropis. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir dan S. A. Prawira. 1989. Atlas kayu Indonesia. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Nair, KSS. 2001. *Pest Outbreaks In Tropical Forest Plantation*. CIFOR. Bogor
- Nair, KSS. 2000. *Insect Pests And Diseases In Indonesia Forest*. CIFOR. Bogor
- Oudejans, J.H. 1991. *Agro-Pesticides : Properties And Function in Integrated Crop Protection*. United Nation. Bangkok. Thailand.
- Peraturan Pemerintah No. 45 Tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan.
- Pertiwi, D., Safe'i, R., dan Kaskoyo, H. 2019. Identifikasi Kondisi Kerusakan Pohon Menggunakan Metode Forest Health Monitoring di Tahura WAR Provinsi Lampung. *Jurnal Perennial*, 15(1), 1-7.
- Priyanto, Hari. 1999. Survey Of Entofauna with Emphasis On Pest In Teak (*Tectona grandis* L.f) In Central Java And East Java, Indonesia. Thesis. Gottingen, Germany
- Pusat Penelitian & Pengembangan Perum Perhutani. 2007. Prosiding Hasil Penelitian dan Pengembangan. Puslitbang SDH Perhutani. Cepu

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perum Perhutani. 2008. Seri Informasi Teknik Pengendalian Hama-Penyakit Tanaman Hutan (Jati, Pinus, Kayu Putih, Sengon). Pusat Penelitian & Pengembangan Perum Perhutani. Cebu.
- Soeriaatmadja, R.E. 1997. Dampak Kebakaran Hutan Serta Daya Tanggap Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam Terhadapnya. Prosiding Simposium: "Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Sumberdaya Alam dan Lingkungan". Tanggal 16 Desember 1997 di Yogyakarta.
- Soemarsono, 1997. Kebakaran Lahan, Semak Belukar dan Hutan di Indonesia (Penyebab, Upaya dan Perspektif Upaya di Masa Depan). Prosiding Simposium: "Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Sumberdaya Alam dan Lingkungan". Tanggal 16 Desember 1997 di Yogyakarta.
- Tacconi, T., 2003. Kebakaran Hutan di Indonesia, Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.