

MANAJEMEN HAMA HASIL HUTAN BERWAWASAN LINGKUNGAN¹

Abstract

The first part of the paper deals with building/construction pest control within the context of food web and the dependencies between men as consumer, green plants as producer and pest organisms as consumer as well as decomposer. The control of building pests is also viewed in a broader sense involving men and his activities in exploitation and management of the natural resources and the environment where he lives. Further, a brief narration is presented on the most common insects and decay causing fungi that act as building pests in Indonesia. A critical review is made on the pesticide use and its subsequent impacts, since the development of modern insecticides (ca. WWII). The perspective for the future lies in development of synthetic pesticides derived from natural products such as pyrethroids, antibiotics and the hormone mimics which do not cause adverse effect on the environment.

¹ Dipresentasikan pada Seminar Nasional Pengendalian Hama Berwawasan Lingkungan Sebagai Pendukung Pembangunan Nasional, IPPHAMI-Ditjen PPM Depkes, Jakarta Hilton International, 29 Juli 1993.

Abstrak

Pengendalian hama bangunan mula-mula dibahas dalam konteks jaring-jaring ketergantungan rantai makanan di mana manusia sebagai konsumen, tumbuhan berhijau daun sebagai produsen dan hama sebagai konsumen dan sekaligus perombak. Pengendalian hama bangunan termasuk juga pengendalian manusia atas tindakan-tindakannya mengolah dan mengelola alam sebagai lingkungan hidupnya. Selanjutnya, narasi singkat mengenai jenis-jenis serangga dan lapuk kayu yang umum diberikan dalam makalah. Sorotan tajam dilakukan terhadap perkembangan pestisida khususnya insektisida dan bahaya penggunaannya bagi manusia sejak berkembangnya pestisida modern (setelah Perang Dunia II). Perspektif dan perkembangan pestisida masakini lebih mengandalkan kepada derivat alami seperti piretroid, pengembangan antibiotik, dan peniru hormon yang tidak menimbulkan efek buruk bagi lingkungan.

Pengantar

Dalam upaya manusia untuk meningkatkan kesejahteraannya dan untuk mencapai mutu kehidupan yang lebih baik, berbagai usaha ditempuhnya. Dalam pemanfaatan produk-produk nabati non-makanan, khususnya kayu yang masih banyak digunakan manusia sebagai komponen bangunan, manusia masih menghadapi ancaman dari saingan-saingannya, yaitu mahluk-mahluk hidup (organisme) perusak (perombak) seperti serangga (*insects*) dan jamur (fungi).

Inilah yang antara lain menjadi penyebab sehingga kita pada hari ini perlu berseminar untuk mendiskusikan berbagai implikasi yang berkaitan dengan upaya-upaya kita untuk menanggulangi masalah mahluk-mahluk hidup pengganggu bangunan itu. Dalam hubungan ini, kiranya tidak berlebihan jika pada kesempatan ini kita meninjau terlebih dahulu, sebab-musabab mahluk-mahluk hidup ini mengganggu ketenteraman kita serta

beberapa kaitan penting dari padanya. Materi yang dikemukakan berikut ini dimaksudkan agar pembaca memperoleh sekadar insights mengenai pokok permasalahan serta beberapa kaitannya, sehingga kita dapat merencanakan strategi-strategi yang lebih baik, lebih aman dan lebih "alami", hidup lebih tenteram dalam satu sistem kehidupan di muka bumi ini, yang kita huni bersama-sama dengan mahluk-mahluk lainnya.

Pokok permasalahan ini sendiri merupakan topik yang erat kaitannya dengan ilmu hayat dan lingkungan hidup, maka mau tak mau kita perlu me-*review* masalah-masalah itu walaupun mungkin tidak sangat ber-"bahasa" ilmiah.

1. Rantai makanan: siapa makan siapa

Untuk dapat bertahan dalam biosfer, manusia seringkali dihadapkan kepada gangguan dan hambatan yang menimbulkan kerugian ekonomis yang diakibatkan oleh persaingan dengan unsur-unsur hayati seperti serangga; serangga hama, jamur, gulma (*weeds*), binatang pengerat (*rodentia*) dan sebagainya. Organisme-organisme pengganggu ini hidup dari tanaman dan hewan termasuk berbagai budidaya manusia, dan bahkan mengganggu kesehatan manusia. Berbagai upaya yang didasarkan atas pertimbangan ekonomi, lingkungan hidup dan sosio-budaya telah diusahakan manusia untuk menekan seminimum mungkin gangguan dan kerugian yang ditimbulkan oleh organisme yang merugikan ini.

Ungkapan di atas sangat bersifat antropomorfis karena tinjauan terpusat kepada manusia sebagai *Homo economicus*, bukan sebagai *Homo sapiens* yang merupakan salah satu mata rantai makanan (atau lebih tepat jika dikatakan jaring-jaring makanan (*food web*) atau rantai makanan (*food chain*) dari satu sistem kehidupan di muka bumi ini, yang saling tergantung. Ketergantungan satu dengan lainnya (satu fungsi implisit) di antara semua mahluk hidup di muka bumi ini memang sudah sangat disadari secara global sehingga kita mengenal berbagai istilah seperti *biodiversity*, pelestarian

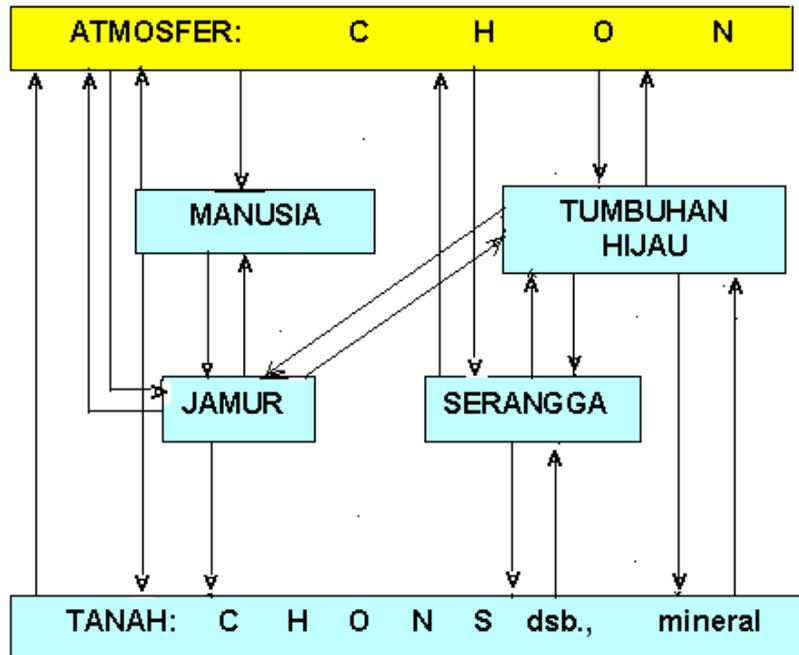
jenis, dan sebagainya. Bahkan sejak tahun 60-an kita telah mengenal kelompok-kelompok seperti Green Peace dsb., yang begitu gigihnya memperjuangkan keaslian alam dan pencegahan penggunaan bahan-bahan racun.

Untuk dapat memperoleh sekadar pengertian mengenai persoalan-persoalan lingkungan hidup yang dianggap bersifat praktis memang mungkin tidak sulit, tetapi seorang yang benar-benar menggeluti masalah-masalah lingkungan hidup cenderung meng-anggap masalah-masalah lingkungan tidak dapat dipraktiskan, apalagi jika hanya untuk melontarkan berbagai isu lingkungan tanpa memberikan alternatif yang lebih aman dan ekonomis. Para ahli dalam berbagai bidang terus-menerus berusaha untuk mencari dan mengembangkan taktik-taktik yang lebih aman dalam upaya mengatasi masalah-masalah kerugian yang ditimbulkan oleh komponen-komponen hayati pengganggu manusia. Namun kompleksnya masalah yang juga tergambar dari kompleksnya unsur-unsur dan komponen-komponen sistem lingkungan hidup serta hubungan saling ketergantungannya, menyebabkan penyelesaian masalah pengelolaan hama yang merugikan ini mungkin tidak dapat dilakukan secara tuntas dalam waktu yang relatif singkat.

Ada dua diktum utama yang berlaku dalam kehidupan makhluk-mahluk di alam fana ini yaitu:

- 1/ bahwa semua makhluk hidup saling tergantung satu dengan yang lain, dan

2/ semua makhluk hidup akan mati dan jasadnya dimakan makhluk yang lain.



Gambar 1. Sistem kehidupan manusia, tumbuhan hijau, serangga dan jamur perusak kayu

Tanpa ketergantungan ini maka tak mungkin ada kehidupan. Sehari-hari kita memerlukan makanan (beras, gandum, ayam, sapi dll.) yang tidak lain adalah spesies-spesies makhluk hidup yang menjadi komponen dalam mata rantai ekosistem sebagaimana juga *Homo sapiens*. Dinamika alam kehidupan merupakan skenario "siapa makan siapa dan semua akhirnya menjadi apa". Dinamika inilah yang dikenal sebagai rantai makanan di mana

mahluk-mahluk hidup perusak bangunan seperti rayap, kumbang dan jamur sangat berperan dalam menentukan "semua menjadi apa" -- karena semua jasad akhirnya akan dimakan (mengalami dekomposisi) oleh mahluk-mahluk perusak seperti itu -- kembali ke tanah dan menjadi bagian dari daur-daur (*cycles*) senyawa penting bagi kehidupan di bumi (gas CO₂, N_n, air dll.). Ketergantungan antar mahluk hidup, khususnya antara manusia sebagai konsumen dan tumbuhan berhijaudaun sebagai produsen primer dapat kita hubungkan dengan interaksi multisistem dengan memasukkan jamur (konsumen primer) dan serangga perusak (konsumen) serta kaitan dengan sistem alami (fisik: udara dan tanah), sebagaimana diilustrasikan dalam suatu bagan sistem pada Gambar 1.

Ilustrasi ini menempatkan kita (manusia) sebagai *Homo sapiens* dalam peranan yang sejajar dengan mahluk-mahluk lain seperti rayap, kumbang dsb. istem yang diilustrasikan ini tampak terlampau luas sehingga perlu lebih disederhanakan.

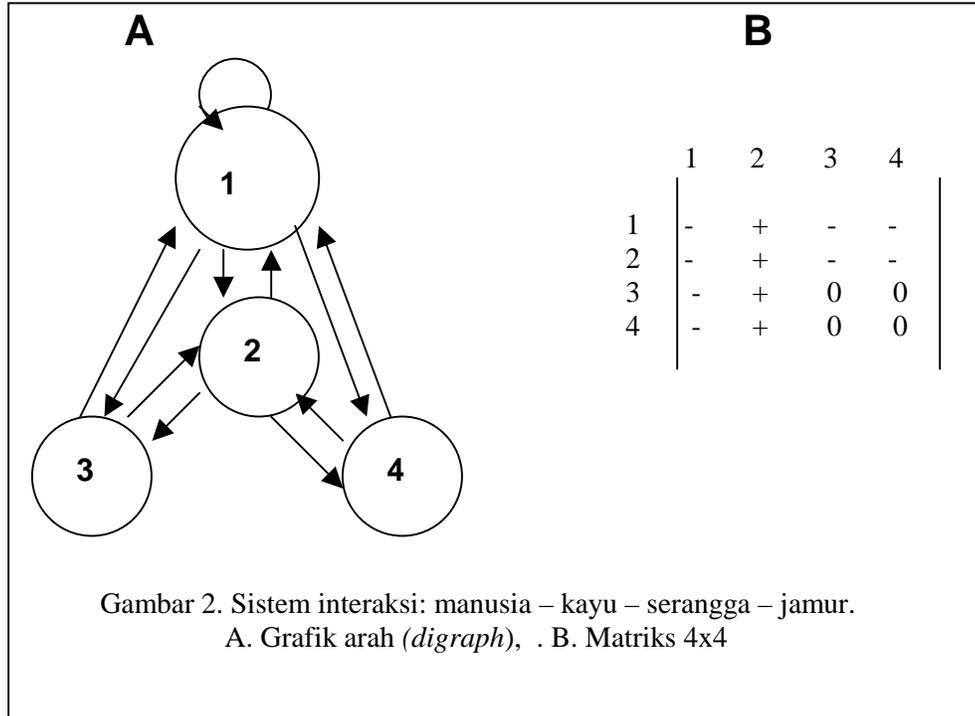
Lagi pula, sebagai *H. economicus* yang sehari-hari memikirkan kesejahteraan manusia, kita perlu lebih menyoroti segi-segi yang lebih menguntungkan manusia, tanpa terlampau mengganggu keseimbangan sistem yang kompleks itu, dan kita hentikan saja dahulu elaborasi kita mengenai jaring-jaring makanan.

2. Pengendalian manusia

Gambar 1 menjelaskan kepada kita bahwa untuk mendiskusikan perihal keamanan bangunan yang menggunakan komponen kayu (yang berasal dari tumbuhan hijau) sistem kompleks pada Gambar 1 dapat direduksi menjadi satu sistem yang lebih sederhana, hanya melibatkan empat komponen atau subsistem penting --- dalam bentuk digraf bertanda (*signed digraphs*) dan analognya dalam bentuk daftar (matriks) kualitatif, dengan

komponen-komponen yang menjadi perhatian kita sekarang sesuai konteks bahasan kita yaitu :

1. kita sendiri (manusia) -
2. bahan yang kita ingin lindungi (kayu) -
3. serangga perusak bangunan - dan



4. jamur perusak bangunan,

Pada tahap awal, marilah kita perhatikan beberapa tanda utama yang ditunjukkan oleh kedua bagan di bawah ini (Gambar 2), yang menghasilkan empat kondisi yang relevant dengan pokok bahasan :

Pertama, (1-1), yaitu tanda min (-) yang melingkari 1, yang berarti interaksi keempat komponen ini memberikan *negative feedback* kepada kita sendiri -- atau dalam memanfaatkan kayu kita perlu membatasi diri karena jika tidak maka akan muncul dampak negatif (over exploitation, gangguan keseimbangan gas atmosfer dll). Memang lebih baik kita berusaha untuk menggantikan saja kayu dengan bahan sintetik yang lebih tahan -- tetapi bagaimanapun juga masyarakat luas terutama di daerah pedesaan masih mengandalkan pada kayu untuk bangunan huniannya, lagipula terdapat berbagai sifat unggul pada kayu yang tidak dimiliki bahan-bahan lain.

Kedua, (2+1), yaitu tanda plus (+) antara 2 dan 1 (bahwa kayu bermanfaat untuk manusia). Tanda ini perlu ditingkatkan, bila perlu menjadi ++ atau beberapa + , agar manfaat benar-benar optimum, atau penggunaan yang efektif dan efisien, sejalan dengan (1-1).

Ketiga, (3-2), , yaitu tanda (-) antara 3 dan 2 yang menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis serangga yang merusak kayu atau bangunan kita. Nilai kualitatif interaksi yang sangat merusak kayu (merugikan manusia) ini harus ditingkatkan, dari min menjadi 0.

Keempat (4-2) atau tanda (-) antara 4 dan 2 berarti terdapat beberapa jenis jamur yang berperan sebagai perusak kayu bangunan. Kondisi ini sama dengan yang kedua, yaitu secara kualitatif perlu dinolkan.

Kondisi (1 - 1) dan (2 + 1)

Kondisi pertama dan kedua adalah sejalan, keduanya mengisyaratkan agar manusia lebih cermat dan hemat dalam penggunaan energi (bahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan). Kondisi pertama (sistem interaksi yang secara keseluruhan berdampak negatif bagi manusia) mengisyaratkan agar kita lebih mengendalikan diri, dan sadar akan hubungan-hubungan rantai makanan yang telah dibahas di muka. Kita perlu

terus menerus berupaya untuk mengurangi entropi (seperti limbah) karena bagaimanapun di samping kayu sebagai sumber yang terbatas, makhluk-mahluk lain juga memerlukannya agar semua proses kehidupan di bumi ini dapat berjalan mulus, bukan bagi manusia saja tetapi bagi semua makhluk hidup.

Kondisi (3 - 2) dan (4 - 2)

Dari uraian ini dapatlah kita simpulkan bahwa perhatian utama kita sekarang tertuju pada kondisi ketiga [(3 - 2)] dan keempat [(4 - 2)] yaitu interaksi bahan bangunan kayu dengan serangga dan jamur, yang pada umumnya secara alamiah, dimenangkan oleh serangga dan jamur. Di sinilah manusia diharapkan berperan untuk mengendalikan sistem interaksi ini (yang sangat merugikan kita) dalam rangka menyelamatkan hasil-hasil yang dioperasikan dari tumbuhan, khususnya kayu bangunan. Marilah kita masuki topik berikut ini.

3. Pengendalian oleh manusia

Pertanyaan pokok sekarang adalah : Siapa-siapa yang dikendalikan ? Sebagian besar hadirin telah mengenal bahwa jawabannya adalah berbagai jenis serangga dan jamur yang biasa merusak bangunan kita. Dalam hubungan ini, sebagai penyegar, berikut akan di-*review* beberapa aspek esensial berkaitan dengan masalah rayap.

Di antara serangga yang penting adalah : rayap, anai-anai atau "semut" putih, terdiri atas ratusan jenis dan bagi mata awam agak sulit dibedakan. Mereka hidup dalam satu keluarga besar yang biasa disebut

koloni. Dalam garis besar, terdapat dua macam rayap yaitu rayap tanah (atau rayap subteran) dan rayap kayu kering².

Rayap tanah, sesuai namanya hidup dalam tanah tetapi mereka dapat menyerang sampai jauh di atas tanah, bahkan sampai ke lantai beberapa puluh dari gedung bertingkat. Mereka selalu membawa bahan-bahan tanah dalam penyerangannya sehingga tidak terlampau sulit untuk mengetahui apakah rumah kita diserang rayap tanah atau rayap kayu kering yang tidak berhubungan dengan tanah.

Rayap tanah memiliki kemampuan menyerang yang luar biasa, sehingga pada saat ini rayap tanah merupakan ancaman utama bagi gedung-gedung kita, tidak ada yang terkecuali walau milik siapapun. Kerugian disebabkan oleh serangan rayap di Indonesia terhadap seluruh konstruksi bangunan setiap tahunnya diperkirakan sekitar Rp 300 milyar. Semua bahan yang mengandung selulosa dilahap oleh rayap dan mereka mampu menembus tembok-tembok fondasi serta lobang-lobang atau retak-retak kecil di tembok walau hanya selebar rambut, karena dengan enzim ludahnya mereka mampu melarutkan bahan semen secara lambat laun. Kesulitan kita dalam mengendalikan serangan rayap terutama adalah karena mereka selalu bersembunyi (sifat kriptobiotik) di liang-liang kembaranya. Beberapa jenis rayap seperti *Macrotermes* (ini rayap perusak yang paling besar ukuran badannya di tanah air kita), menyerang secara frontal dan simultan, berbondong-bondong bagai bodol desa saja. Dengan dikawal para prajuritnya hampir semua pekerja dalam koloni dimobilisasikan, sehingga kadang kala dalam satu malam saja kosen pintu atau lemari buku serta arsip-arsip kita dapat dilahap dan diobrak-abriknya menjadi tanah.

² Istilah rayap subteran dan rayap tanah sering diidentikkan, walau kadangkala dibedakan antara rayap tanah (seperti jenis-jenis *Macrotermes*, *Microtermes* dan *Odontotermes*) dan rayap subteran yang bagian sarangnya sering muncul di atas tanah seperti *Coptotermes* dan *Schedorhinotermes*.

Rayap kayu kering hanya menyerang kayu yang kering udara, mereka tidak berhubungan dengan tanah, sehingga kayu dijadikannya sebagai rumahnya dan sekaligus makanannya. Tanda-tanda serangannya sangat mudah dikenal dari adanya ekskremen berbentuk butir-butir kecil berwarna putih atau kuning kadang-kadang menggokok di lantai rumah, keluar dari sarangnya yang mungkin berada di langit-langit rumah, kosen pintu, piano atau kursi. Berbeda dengan rayap tanah, laju penyerangan rayap kayu kering agak perlahan, tetapi pasti. Kayu yang diserangnya seringkali tampak utuh, tapi jika ditekan dengan jari tangan akan nyata bahwa bagian dalamnya sudah hancur sama sekali.

Jenis kumbang perusak bangunan tidak sebanyak jenis rayap. Kerusakan yang ditimbulkan mereka juga tidak sebesar yang ditimbulkan oleh rayap. Ukuran tubuh kumbang-kumbang perusak kayu ini biasanya kecil, panjangnya sekitar 2 - 8 mm. Kerusakan berbentuk lobang-lobang terowongan dalam kayu. Dalam keadaan ekstrem, kayu yang diserang dapat hancur hanya dengan menekannya sedikit saja dengan jari, karena bagian dalam kayu telah menjadi bubuk. Kumbang yang menyebabkan kerusakan seperti ini disebut kumbang bubuk (*powderpost beetles*).

Ada lagi kumbang yang membuat lobang-lobang "jarum" dalam kayu, disertai pewarnaan (*blue staining* yang disebabkan oleh sejenis jamur yang dipelihara oleh si kumbang itu) di sekitar lobang-lobang gereknnya. Di samping kayu menjadi berlobang, cacat karena pewarnaan juga sangat menurunkan kualitas kayu. Kumbang-kumbang penyebabnya disebut kumbang penggerek lubang jarum (*pinhole borers*).

Berbeda dengan serangga yang termasuk kelompok besar dunia hewan, jamur termasuk kelompok besar dunia nabati. Kalau tumbuhan berhijaudaun mampu membuat hidrat arang (dari sintesis CO₂ dan air dari udara dengan bantuan sinar matahari), dalam rantai makanan, jamur masuk kategori konsumen semata-mata (sama seperti manusia, yang harus makan

mahluk hidup lain agar dapat hidup), karena mereka tak mampu membuat hidrat arang. Oleh karenanya maka jika kita ingin memelihara jamur merang kita perlu menyediakan jerami atau bahan selulosa lain untuk makanannya. Sayang sekali bahwa di antara jenis-jenis jamur, walau diberi jerami yang lebih empuk, mereka lebih menghendaki balok atau papan rumah kita yang lebih keras.

Jamur-jamur pelapuk kayu yang menyebabkan terjadinya lapuk (*decay*) pada kayu, lebih sesuai bila kita sebut saja lapuk kayu -- bukan jamur kayu, agar tidak terasosiasi dengan jamur-jamur lain seperti jamur merang yang biasa kita makan. Jadi lapuk kayu menyebabkan terjadinya kayu lapuk. Lapuk kayu umumnya terdiri atas 3 golongan yaitu lapuk putih (*white rot*) lapuk kering atau lapuk coklat (*dry rot, brown rot*), dan lapuk lunak (*soft rot*).

Pada tingkat lanjut, kayu yang lapuk oleh lapuk putih tampak pucat seperti dikelantang, sehingga tadinya disangka bahwa lapuk putih hanya makan lignin (bagian dari kayu di samping selulosa). Lapuk coklat menyebabkan kayu menjadi tampak kecoklatan dengan pola retak-retak yang saling tegak lurus (kubikal). Sebenarnya jenis-jenis lapuk ini lebih banyak mengkonsumsi karbohidrat dan sedikit lignin di dalam kayu dari pada komponen utama kayu (selulosa), tetapi dengan penyerangan ini kekuatan kayu menjadi sangat menurun, karena dengan eksploitasi ini keutuhan kayu menjadi terurai dan dapat rusak total.

Lapuk lunak biasanya menyerang bagian permukaan kayu yang sering terkena air atau tanah lembab sehingga tampak membusuk. Seperti juga lapuk-lapuk coklat dan putih, lapuk lunak makan karbohidrat dan lignin.

Itulah narasi singkat yang dapat diberikan mengenai contoh-contoh penting, siapa-siapa yang perlu kita kendalikan, dalam konteks bahasan kita

sekarang. Masih banyak jenis-jenis serangga dan lapuk perusak kayu yang tidak sempat kita tinjau.

Uraian ini juga memberikan isyarat kepada kita bahwa manusia perlu menghemat penggunaan sumber daya alam, karena bukan manusia saja yang memerlukannya -- mahluk-mahluk lain juga memerlukan sumber-sumber yang kita gunakan. Dan mahluk-mahluk lain ini merupakan bagian dari lingkungan hidup kita. Tanpa kehadiran mereka, sistem kehidupan di bumi mungkin akan lain pula keadaannya (mungkin tak ada manusia?), karena semua mahluk terkait satu sama lain melalui rantai makanan [ini diberikan dalam model digraf (Gambar 2 a) yaitu tanda negatif yang melingkari komponen nomor 1 (manusia)].

4. Bagaimana mengendalikan: beberapa prinsip

Tibalah kita pada bagian penting dari bahasan yaitu bagaimana kita mengendalikan serangga dan lapuk ini, dan selanjutnya kedua golongan mahluk hidup ini (serangga dan lapuk) untuk keperluan pembahasan ini akan kita sebut saja hama, atau lebih spesifik, hama bangunan. Kita akan lebih menyoroti bagaimana mencegah (segi-segi preventif) dan sedikit saja mengenai bagaimana "memberantas" hama atau "menyembuhkan" bangunan yang terserang hama karena kita sama-sama maklum menyembuhkan kayu berlobang atau lapuk yang sudah terpasang dalam konstruksi bangunan mungkin akan lebih mahal dari pada menggantikan saja komponen yang rusak itu, jika ditinjau secara totalitas dari segi biaya dan manfaat.

Bayangkan saja membongkar balok besar yang growong oleh rayap kemudian meracuni rayap dan menempel lobang-lobang bekas serangan -- *nota bene* dengan perlakuan itu kekuatan konstruksi tidak diperbaiki-- apakah lebih baik daripada menggantikan saja secara total seluruh bagian konstruksi yang telah rusak ?

Memang sering terpikir, alangkah sayangnya membongkar seluruh konstruksi yang terserang itu, jika penampakan konstruksi masih utuh --- tetapi kenyataannya sesuai petiti "bak kayu dimakan bubuk", konstruksi tak berdaya lagi. Pemberantasan dapat dicoba tapi konstruksi tetap tak berdaya dan proses melemah berlangsung terus.

Oleh karenanya maka tindakan yang paling baik adalah menyusun rencana pengendalian yang lebih baik : sebelum konstruksi dibangun, lakukanlah tindakan pencegahan.

Prinsip pengendalian (pencegahan) hama bangunan antara lain yang penting adalah:

1. Hindari sumber perusak

Menghindarkan obyek serangan (bangunan) dari sumber hama merupakan cara pertahanan yang paling wajar. Jika rayap merupakan pengancam utama, perlu dihindari adanya sisa-sisa kayu (tunggak, kayu bekas pakai , tumpukan sampah, maupun sampah yang dibenam dalam tanah, karena obyek-obyek seperti ini merupakan atraktan dan tempat bersarang yang paling baik bagi rayap. Cara yang masuk kategori sanitasi lingkungan ini sangat dianjurkan karena kenyataan menunjukkan bahwa di sekitar (sampai 200 m) gedung yang terancam serangan rayap terdapat pohon yang sudah mati atau sisa-sisa pohon seperti tunggak dsb.

Lapuk kayu biasanya merusak pada lingkungan dengan suhu udara 25 - 30oC, yang merupakan suhu ruangan hunian manusia. Dengan pengatur suhu ruangan (AC) yang kini banyak digunakan di rumah-rumah golongan menengah ke atas, ancaman lapuk dapat dihindari tapi untuk kebanyakan bangunan hunian masyarakat lapuk kayu masih merupakan ancaman besar. Kondensasi AC seringkali merupakan sumber hama jika tetesan kondensasi mengalir ke komponen kayu. Rayap *Coptotermes* mampu membuat sarang

hanya mengandalkan air dari sumber-sumber seperti ini, tanpa berhubungan dengan tanah.

2. Penggunaan kayu awet alamiah

Penggunaan kayu awet yang secara alamiah dapat menahan serangan adalah cara yang paling aman dari segi kelestarian lingkungan hidup. Ada beberapa jenis kayu yang memang menunjukkan sifat relatif tahan terhadap mahluk-mahluk perusak kayu. Kayu jati merupakan salah satunya yang belum tertandingi. Hanya saja, kayu-kayu awet semakin langka dan jika ada harganya juga sangat mahal.

3. Pengawetan kayu

Penggunaan kayu awet karena diberi bahan-bahan pengawet efeknya sama dengan menggunakan kayu awet. Pengawetan kayu tidak lain dari proses memasukkan bahan-bahan racun (pestisida) yang mampu menolak bahkan membunuh hama. Beberapa bahaya yang ditimbulkan dari penggunaan bahan pengawet ini (termasuk juga bahan-bahan racun yang dicampurkan pada perekat kayu lapis) adalah racunnya terbawa terus dalam kayu atau dapat dikeluarkan secara perlahan-lahan (emisi gas) sehingga dapat mengancam penggunaannya, apalagi jika konstruksi kayu merupakan hunian manusia, atau perabot yang digunakan sehari-hari (kursi, meja dsb.).

4. Memberi penghalang

Ini mencakup semua cara yang prinsipnya adalah menghalangi hama agar tak dapat menjangkau obyek yang akan diserangnya. Yang kini paling umum adalah "proteksi bangunan" terhadap rayap tanah dengan perlakuan tanah (*soil treatment*) yaitu melapisi dengan pestisida semua permukaan tanah di bawah bangunan/fondasi, rayap tak dapat menjangkau bangunan.

Atau melapisi bagian-bagian tertentu yang dapat menjadi jalan masuk hama, misalnya dengan tameng-rayap (*termite shields*).

Memang cara inipun belum mutlak dapat melindungi bangunan dari serangan rayap, karena mungkin saja dapat terjadi retak-retak di dasar bangunan setelah konstruksi berdiri, misalnya jika terjadi longsor karena ketidak stabilan tanah atau karena getaran oleh gempa bumi sehingga rayap dapat menyelinap masuk melalui retak-retak yang terjadi.

5. Pestisida: buah simalakama

Pada pembahasan di muka, telah beberapa kali disinggung mengenai pestisida. Walaupun hadirin semua saya yakin telah mengenal apa pestisida itu dan bahkan mungkin sekali-sekali menggunakannya dalam bentuk "obat" nyamuk atau racun tikus, tidak ada salahnya jika pada kesempatan ini kita adakan sedikit *review* mengenai pestisida itu. Bukan dalam konteks toksikologi, farmakodinamika apalagi sampai kepada diagnosis klinis bagi kita para pengguna yang mungkin saja salah kena jika kita keliru menggunakannya, tetapi kita akan meninjau status pestisida sekarang dan coba melihat ke depan (prospektif) secara perspektif ke mana dan bagaimana mestinya manusia mengendalikan pestisida.

Pestisida (*sida, cide* = racun) sampai kini masih merupakan alat utama yang digunakan dalam pengendalian hama. Karena sifatnya sebagai racun itulah maka selama manusia menggunakan pestisida masalah "buah simalakama" selalu saja menghantui kita. Tidak digunakan kita rugi, menggunakannya kita juga rugi, karena pada hakikatnya tidak ada pestisida yang benar-benar "*target specific*". Jenis-jenis insektisida modern yang dikembangkan dari racun hasil alami dan kini populer seperti piretroid sintetik masih sangat beracun bagi semua jenis ikan, sehingga penggunaannya akan sangat mempengaruhi rantai makanan. Apalagi jika

piretroid memiliki sifat persisten seperti halnya hidrokarbon-berklor (HK) atau organoklorin (misalnya DDT, chlordane, dieldrin dsb.).

Belum lagi kita berbicara mengenai dosis atau takaran banyaknya bahan aktif pestisida yang seringkali digunakan secara berlebihan. Memang dosis yang besar memberikan peluang kematian yang lebih pasti bagi hama tetapi juga kerusakan yang lebih besar bagi sistem kehidupan alam. Di antara racun kimia biosida yang digunakan manusia, dan di antara bahan-bahan kimia beracun yang digunakan untuk pengelolaan pertanian, bangunan dan kesehatan masyarakat, golongan pestisida merupakan bagian yang paling besar. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pestisida merupakan kelompok bahan kimia beracun yang paling banyak digunakan dalam lingkungan hidup manusia dewasa ini.

Patut diingat bahwa kebijaksanaan penggunaan pestisida seharusnya hanya merupakan salah satu strategi manajemen dalam konteks pengendalian hama terpadu [*integrated pest management*; IPM atau pendalian hama secara terpadu yang lazim disingkat PHT]. Dalam konteks IPM hama bangunan, penggunaan pestisida (mencakup insektisida dan fungisida) hanya merupakan salah satu di antara berbagai cara yang dapat dilakukan, seperti sanitasi lingkungan, penggunaan kayu awet dsb.

Karena pestisida adalah racun yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme bukan sasaran (*non target organisms*), penggunaannya harus didasarkan atas pertimbangan ekologis yang sangat bijaksana, dan hanya merupakan taktik yang bersifat darurat, dalam arti bahwa keadaan memaksa kita untuk menggunakannya pada suatu saat tertentu sambil menunggu cara-cara lain yang lebih aman, dan dengan pertimbangan keselamatan manusia dan kelestarian lingkungan [lingkungan hidup]; pelestarian lingkungan. Keadaan darurat yang dimaksud adalah jika terjadi hal-hal yang dapat menghambat pembangunan dan kesejahteraan hidup manusia dalam skala yang luas misalnya wabah, epidemi hama padi (yang sangat menentukan

nasib orang banyak), epidemi penyakit yang ditularkan serangga misalnya malaria, epidemi demam berdarah dsb.

Namun "taktik darurat" menjadi hal yang dianggap biasa. Insektisida "obat" nyamuk diperjual-belikan *over over the counter*. Petani dianjurkan menyemprot sawahnya dengan pestisida karena target produksi yang ditetapkan perlu dicapai, dan sebagainya. Hal ini terjadi karena saat ini kita masih berusaha mengembangkan strategi , pengendalian hama secara terpadu bebas racun yang seefektif penggunaan "racun darurat" (dalam hal ini pestisida) untuk mengatasi masalah-masalah hama ini, dan setiap ahli lingkungan mungkin mengakui betapa peliknya masalah ini.

Penemuan baru sering kali menimbulkan beberapa masalah baru. DDT; hidrokarbon berklor dan senyawa-senyawa racun golongan HK (Hidrokarbon berklor atau organoklorin) lainnya (endrin, chlordane dll.) yang ditemukan menjelang Perang Dunia Kedua telah membantu umat manusia dalam mengatasi berbagai wabah seperti epidemi malaria dan typhoid serta berbagai peningkatan produksi pertanian yang kita kenal sebagai salah satu komponen revolusi hijau (*green revolution*). "Kesuksesan" ini dinikmati sampai akhir dekade 60-an. Salah satu kelemahan HK adalah hampir semuanya bersifat spektrum lebar, hampir tidak pandang bulu, serangga bukan sasaran bahkan itik, ikan dan manusia walau dengan dosis yang rendah sekalipun terkena dampaknya karena sifatnya yang akumulatif dan biomagnifikatif.

Penemuan kemudian memastikan beberapa masalah antara lain, senyawa sintetik HK dapat menimbulkan resistensi. Dan yang lebih gawat lagi adalah bahwa senyawa ini merupakan racun kronis yang persisten, yang dapat mengalami biomagnifikasi serta berakumulasi dalam organ makhluk hidup. Derivatnya dapat bertahan dalam lingkungan untuk jangka waktu beberapa generasi umat manusia. Inilah penyebab utama sehingga sebagian besar negara-negara yang telah mapan telah melarang penggunaan

insektisida hidrokarbon-berklor walaupun beberapa negara berkembang, mungkin karena "bantuan" negara yang ekonominya kuat, pertimbangan ekonomis dan kondisi kesehatan masyarakatnya memerlukan penanggulangan darurat (malaria, demam berdarah dsb.) masih menggunakannya³.

Gelombang kedua pestisida modern setelah HK, yang dianggap lebih "aman" dari HK -- namun sebagian besar merupakan racun saraf yang bersifat akut, yaitu terutama golongan organofos pestisida organofosfat (OF) dan karbamat. Walaupun kurang mencemari lingkungan, karena relatif mudah terurai oleh faktor-faktor hayati dan alami lingkungan, sampai kini pestisida jenis organofosfat dan karbamat ini telah menelan korban jiwa manusia dalam jumlah yang tidak sedikit karena sifat racun akutnya. Sifat *target specificity* OF dan karbamat ini juga kurang sehingga tidak jarang kita mendengar bahwa ayam yang menelan biji yang diawetkan dengan OF dan karbamat ikut terberantas.

6. Kini dan antisipasi kita

Gelombang yang kini berlangsung adalah pengembangan pestisida yang sangat selektif (tidak mempengaruhi organisme bukan sasaran) seperti hormon anti pertumbuhan dan bahan kimia derivat hasil alam (sintetik) serta analog-analognya. Walaupun sejalan dengan kemajuan dalam bidang-bidang ilmu hayat, kimia dan kedokteran, dikonstatir bahwa sebagian pestisida baru ini merupakan bahan kimia yang bersifat imunotoksik, karsinogenik dan bahkan hampir semua karsinogenik dapat berlaku sebagai teratogenik dan mutagenik. Namun usaha-usaha ke arah penggunaan pestisida yang lebih aman tidak akan berhenti, dengan berprinsip: mengembangkan pestisida

³ Keterangan lebih mendalam tentang persistensi racun hidrokarbon berklor disajikan dalam Bab

dengan dosis yang aman bagi mamalia serta dasar-dasar yang logis dalam penentuan toksisitas secara selektif untuk jenis hama sasaran, dan berdampak negatif minimum bagi manusia.

Inilah dasar klasik yang senantiasa dipegang, sesuai petuah yang diberikan oleh ilmuwan, dokter dan pelopor toksikologi, Paracelsus pada abad Renaissance : "Semua bahan adalah racun -- tak ada yang bukan racun -- hanyalah dosis yang tepat yang menentukan apakah bahan itu racun atau obat".

Salah satu golongan insektisida yang kini memberi harapan baik adalah sintetik bahan alamiah, khususnya piretroid (bahan nabatinya adalah pyrethrum, dari tumbuhan *Chrysanthemum*) yang sejak dahulu kala sudah dikenal sebagai racun ikan. Beberapa di antara piretroid ini 5 tahun terakhir telah mulai muncul di pasaran (berakhiran - thrin seperti cypermethrin, permethrin dll.). Piretroid sintetik memang sudah sejak tahun 70-an diketahui memiliki persistensi dalam tanah sehingga sesuai bagi pengendalian rayap tanah (persistensinya hampir sama dengan chlordane) tetapi tidak akumulatif dan praktis sangat kurang beracun bagi mamalia [dengan LD50 (otp) sekitar 1500 mg/kg]. Toksisitasnya yang demikian rendah bagi mamalia juga memberi peluang baginya untuk digunakan sebagai pestisida hama rumah (*household pests*). Tetapi salah satu kelemahannya adalah golongan pestisida ini sangat beracun bagi ikan (rantai makanan !). Kita harapkan saja bahwa iklim tropis kita akan mampu menguraikannya menjadi asam atau alkohol yang kurang berbahaya sebelum mereka tercuci ke sungai-sungai dan danau-danau kita. Atau daya afinitasnya terhadap partikel tanah kita harapkan merupakan jaminan bahwa mereka akan terurai sendirinya di dalam tanah setelah berpuluh-puluh tahun sehingga tidak sempat mencemari perairan kita. Tapi kita belum tahu peranan golongan piretroid ini dalam ikhwal karsinogenesis dan "genisitas-genisitas" lainnya seperti mutagenisitas, teratogenesis yang mengerikan itu.

Masih pada gelombang ini, para pakar muncul dengan temuan baru yaitu: mengubah perilaku hama agar mereka tidak mau menyerang sasaran atau bersikap "acuh" saja. Beberapa insektisida seperti formamidine (chlordimeform dsb.) dan acylurea merupakan beberapa contoh. Tetapi toksisitas golongan ini luar biasa, ada serangga yang bukan saja tidak mau makan tetapi menjadi "sinting" dan melompat-lompat dsb. sehingga dkuatirkan, jika kita keliru menelannya pada dosis yang membahayakan, seperti kata Paracelcus, kitalah yang kena getahnya. Inilah keberatan-keberatan terhadap penggunaannya, mudah-mudahan belum ada yang lolos ke negara kita.

Penelitian mengenai penggunaan antibiotika sudah sejak setelah PDII telah dimulai tetapi sampai kini baru dua produk yang dikenal yaitu BT (Thuricide) yaitu racun delta-endotoksin yang berasal dari bakteri *Bacillus thuringiensis* yang sangat beracun bagi ulat kupu dan ngengat. Yang kedua adalah Avermectins yang berasal dari *Streptomyces avermitilis* yang digunakan bagi kutu daun dan hama ternak.

Jenis-jenis peniru hormon (*hormone mimics*) merupakan salah satu yang dikembangkan beberapa telah masuk pasaran seperti methoprene yang meniru hormon juvenil sehingga hama yang diberi insektisida ini tak mampu mencapai dewasa.

Pengembangan teknik-teknik pengendalian dengan "hi-tech" seperti jantan mandul dsb. sampai kini lebih banyak bersifat akademik (bukan praktek) demikian pula dengan rekayasa genetika. Tapi bukan mustahil jika di kemudian hari kita akan menikmati hasil-hasil "hi-tech" ini, termasuk untuk mengendalikan hama bangunan kita.