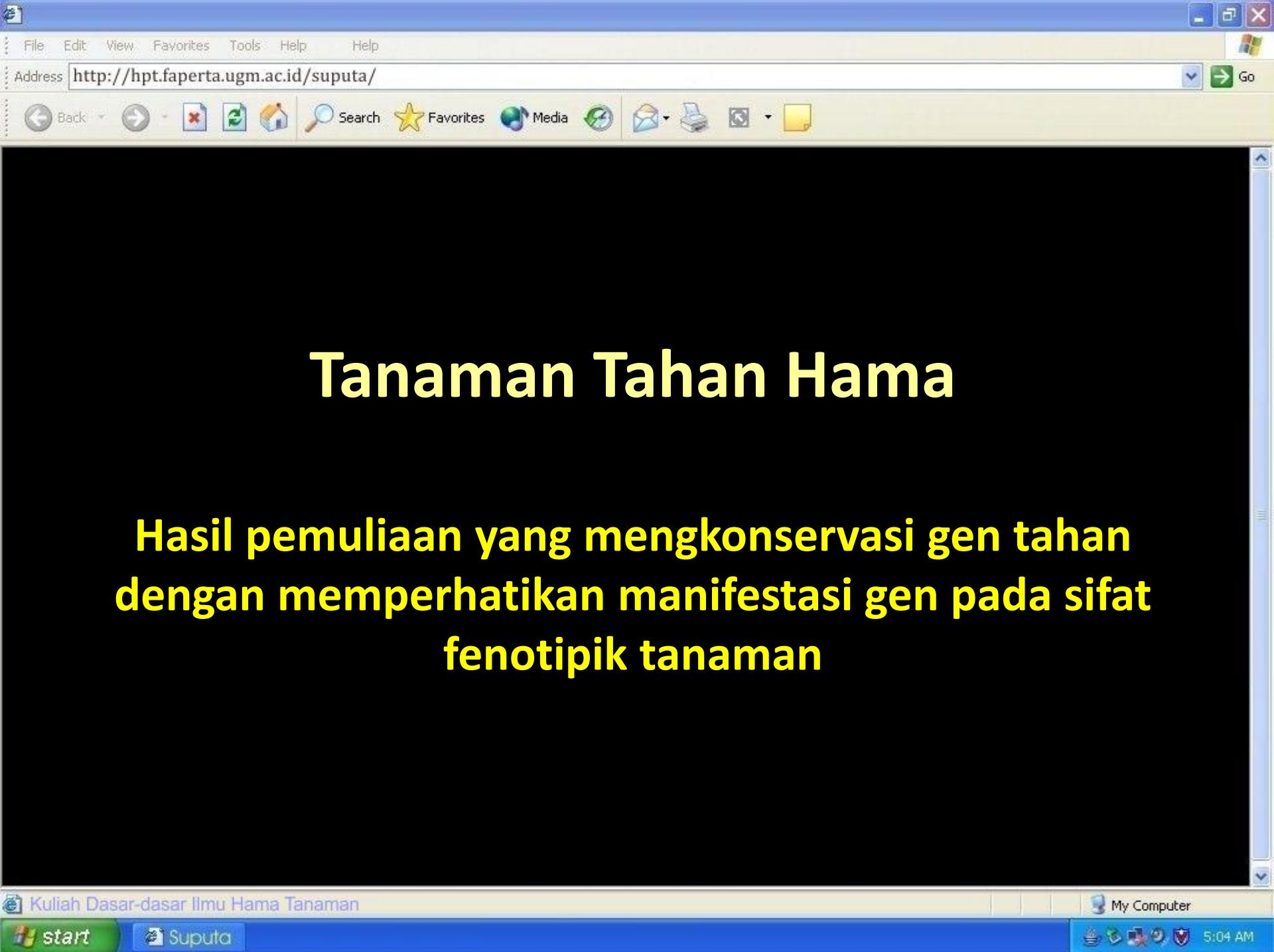
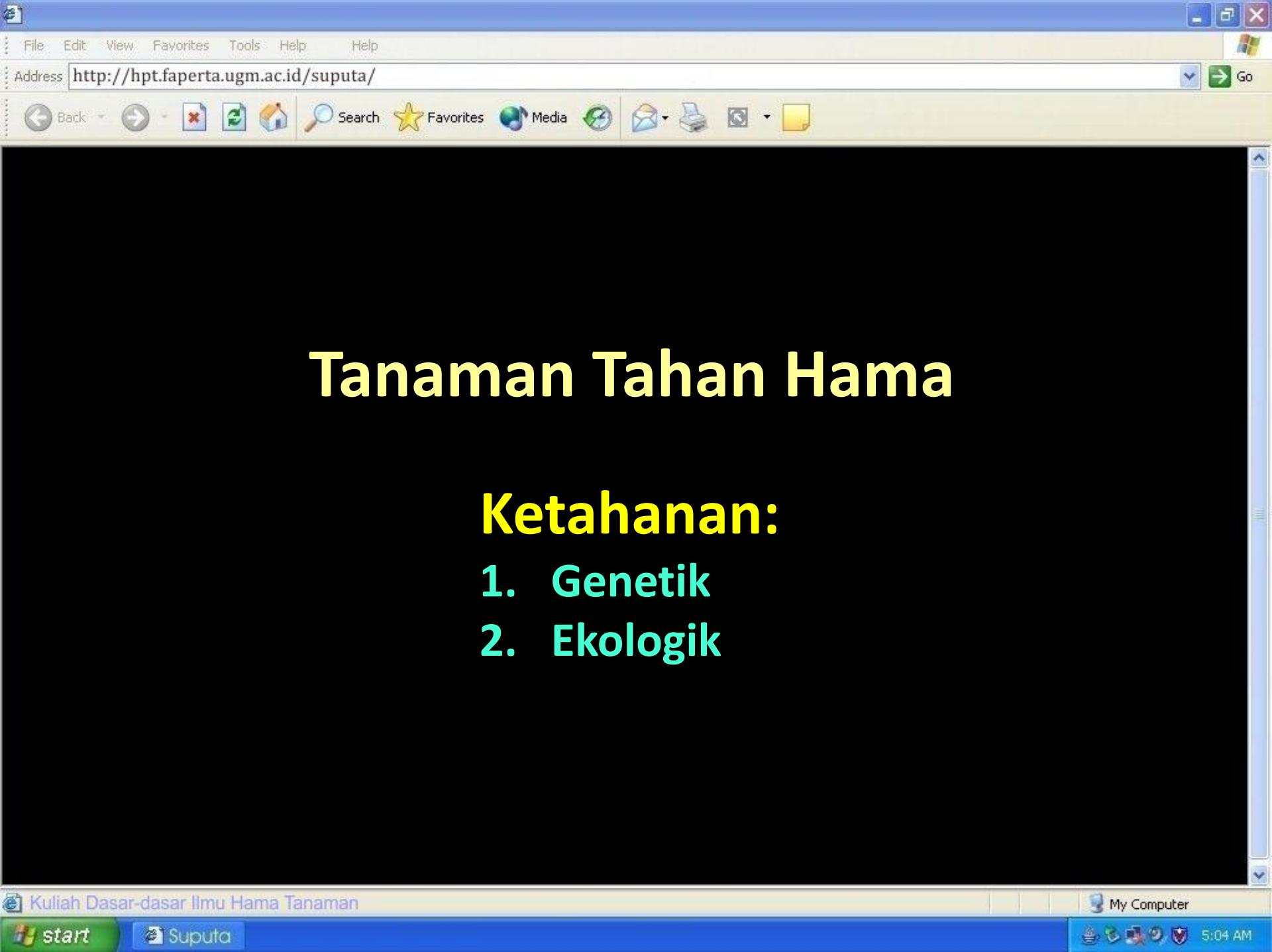


Pengendalian hama dengan cara menanam tanaman yang tahan terhadap serangan hama telah lama dilakukan dan merupakan cara pengendalian yang efektif, murah, dan kurang berbahaya bagi lingkungan



Tanaman Tahan Hama

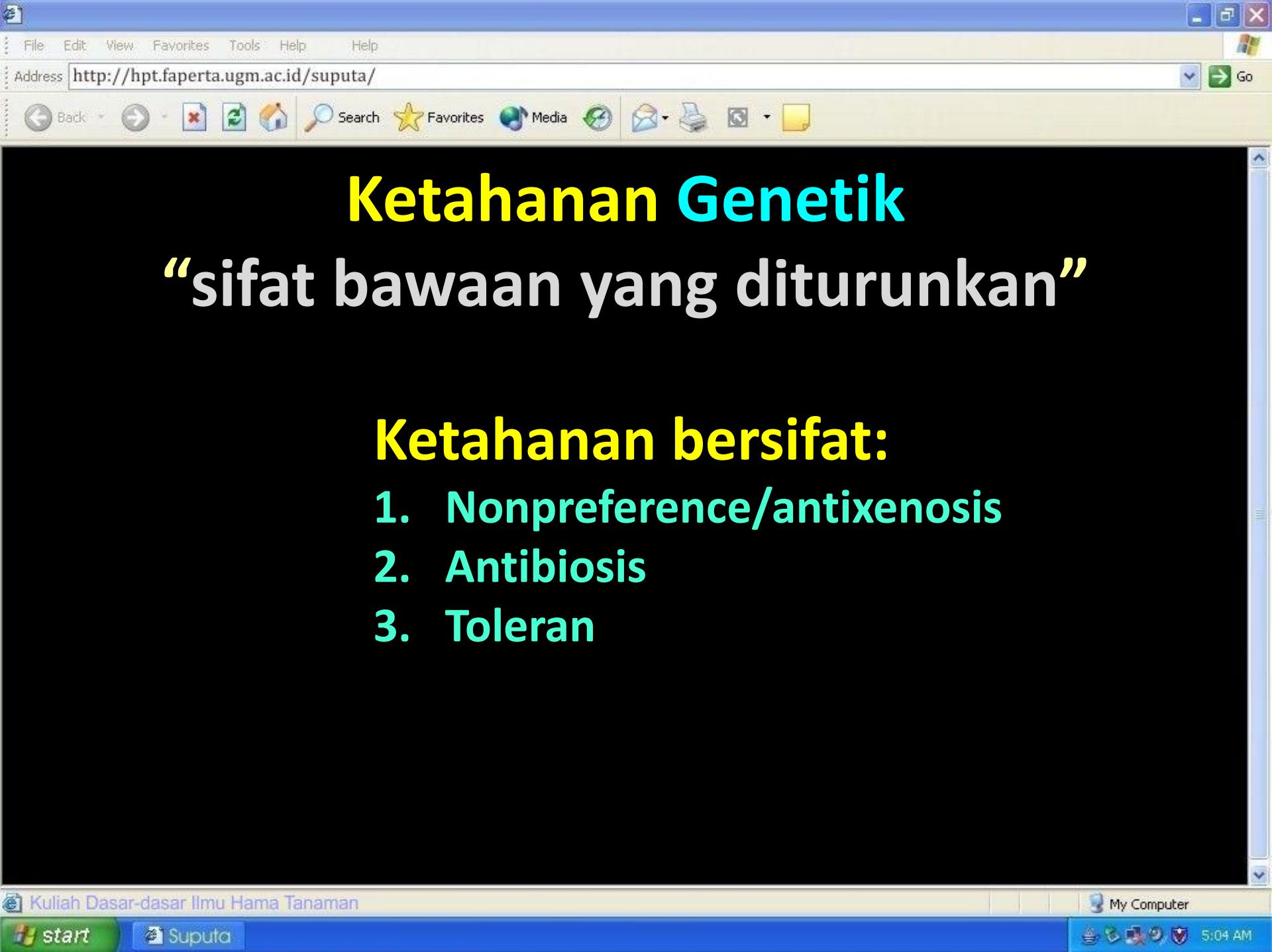
**Hasil pemuliaan yang mengkonservasi gen tahan
dengan memperhatikan manifestasi gen pada sifat
fenotipik tanaman**



Tanaman Tahan Hama

Ketahanan:

- 1. Genetik**
- 2. Ekologik**

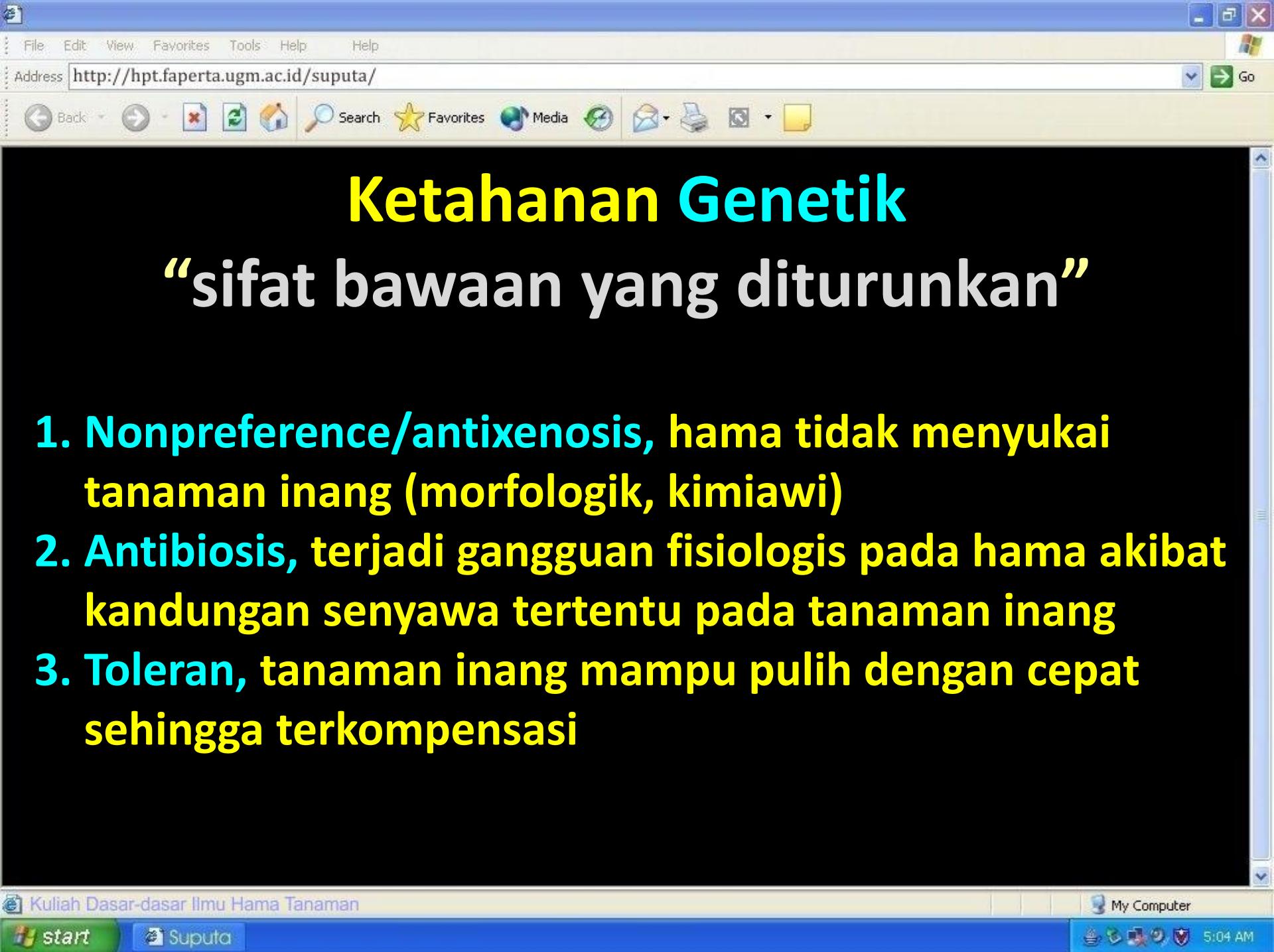


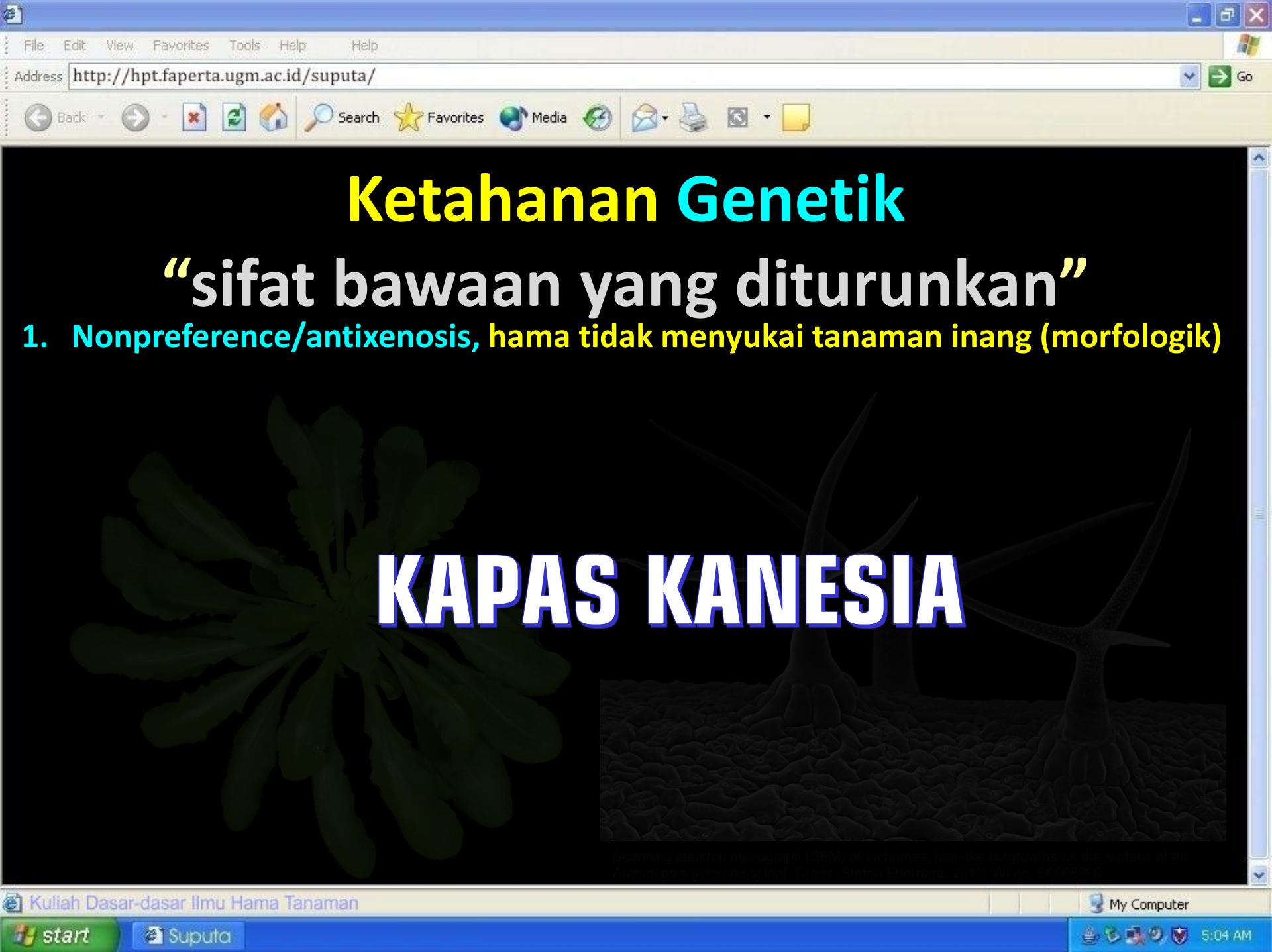
Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

Ketahanan bersifat:

1. Nonpreference/antixenosis
2. Antibiosis
3. Toleran





Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

1. Nonpreference/antixenosis, hama tidak menyukai tanaman inang (morfologik)

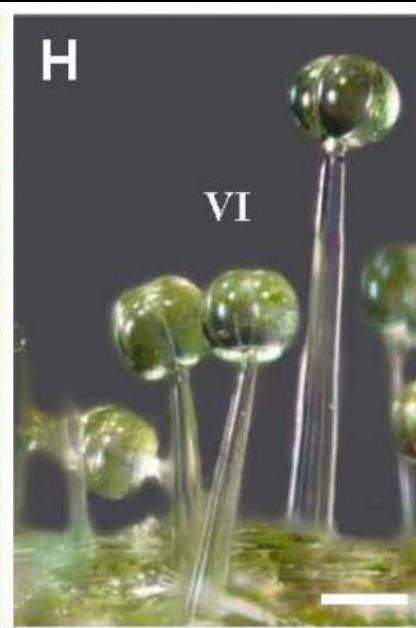
KAPAS KANESIA

Scanning electron micrograph (SEM) of trichomes, hair-like outgrowths on the surface of an Acalypha (rockress) leaf. Credit: Stefan Eberhard, 2013. WI no. B0008896

Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

1. Nonpreference/antixenosis, hama tidak menyukai tanaman inang (kimiawi)



Joris J. Glas, Bernardus C. J. Schimmel, Juan M. Alba, Rocío Escobar-Bravo, Robert C. Schuurink, and Merijn R. Kant, 2012. Plant Glandular Trichomes as Targets for Breeding or Engineering of Resistance to Herbivores. *Int. J. Mol. Sci.* (13) 17077-17103; doi:10.3390/ijms131217077

Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

1. Nonpreference/antixenosis, hama tidak menyukai tanaman inang (kimiawi)

Terpenoids adalah komponen utama pada tanaman yang bersifat mudah menguap dan memiliki fungsi sebagai penarik predator hama atau parasitoid hama

Sinomon → ketahanan tidak langsung

Contoh:

Kentang liar *Solanum berthaultii* mengeluarkan sesquiterpene (*E*)- β -farnesene dari kelenjar trichomes mampu menolak serangga *Myzus persicae* dan juga menarik parasitoidnya *Diaeretiella rapae*

Dicke, M.; Sabelis, M.W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. Neth. J. Zool. 1988, 38, 148–165.

Schnee, C.; Köllner, T.G.; Held, M.; Turlings, T.C.J.; Gershenzon, J.; Degenhardt, J. The products of a single maize sesquiterpene synthase form a volatile defense signal that attracts natural enemies of maize herbivores. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2006, 103, 1129–1134.



Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

2. **Antibiosis, terjadi gangguan fisiologis pada hama akibat kandungan senyawa tertentu pada tanaman inang**

Terpenes pada konsentrasi yang tinggi bersifat toksik pada serangga hama

Contoh:

Sesquiterpene aldehyde yang disebut **Gossypol** pada tanaman kapas mampu menurunkan kesuburan reproduksi pada serangga *Podisus nigrispinus* dan juga menyebabkan kerusakan mandibula pada *Spodoptera litura* dan juga mengakibatkan kematian

Walter S. Evangelista Junior, Roberta L. Santos, Jorge B. Torres, & José C. Zanuncio. 2011. Effect of gossypol on survival and reproduction of the zoophytophagous stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas). Revista Brasileira de Entomologia 55(2): 267–271



Ketahanan Genetik

“sifat bawaan yang diturunkan”

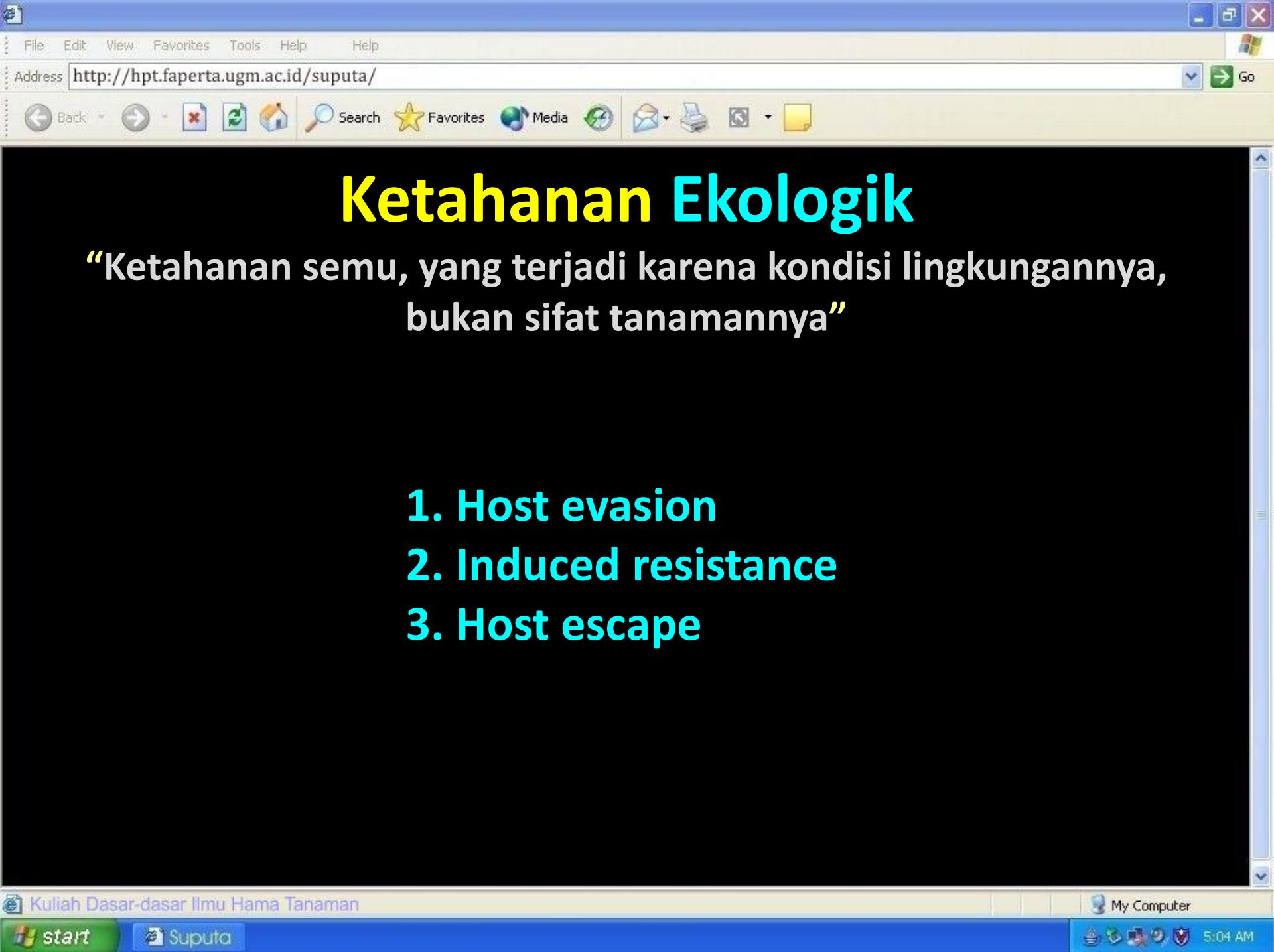
3. Tolerance, tanaman inang mampu pulih dengan cepat sehingga terkompensasi

Ketahanan toleran merupakan ketahanan tanaman terhadap serangga yang bersifat unik karena tanaman mampu recovery saat dan setelah diserang oleh hama, mekanismenya adalah tanaman mampu mengkompensasi terjadinya serangan tersebut dengan meningkatkan aliran fotosintesis

Contoh:

Tanaman kedelai yang diserang oleh ulat grayak litura

Kyle G. Koch, Kaitlin Chapman, Joe Louis, Tiffany Heng-Moss, Gautam Sarath, 2016. Front Plant Sci. 2016. Plant Tolerance: A Unique Approach to Control Hemipteran Pests. 7: 1363. Published online 2016 Sep 13. doi: 10.3389/fpls.2016.01363. PMCID: PMC5020058



Ketahanan Ekologik

“Ketahanan semu, yang terjadi karena kondisi lingkungannya,
bukan sifat tanamannya”

1. Host evasion
2. Induced resistance
3. Host escape



Ketahanan Ekologik

**“Ketahanan semu, yang terjadi karena kondisi lingkungannya,
bukan sifat tanamannya”**

Host evasion

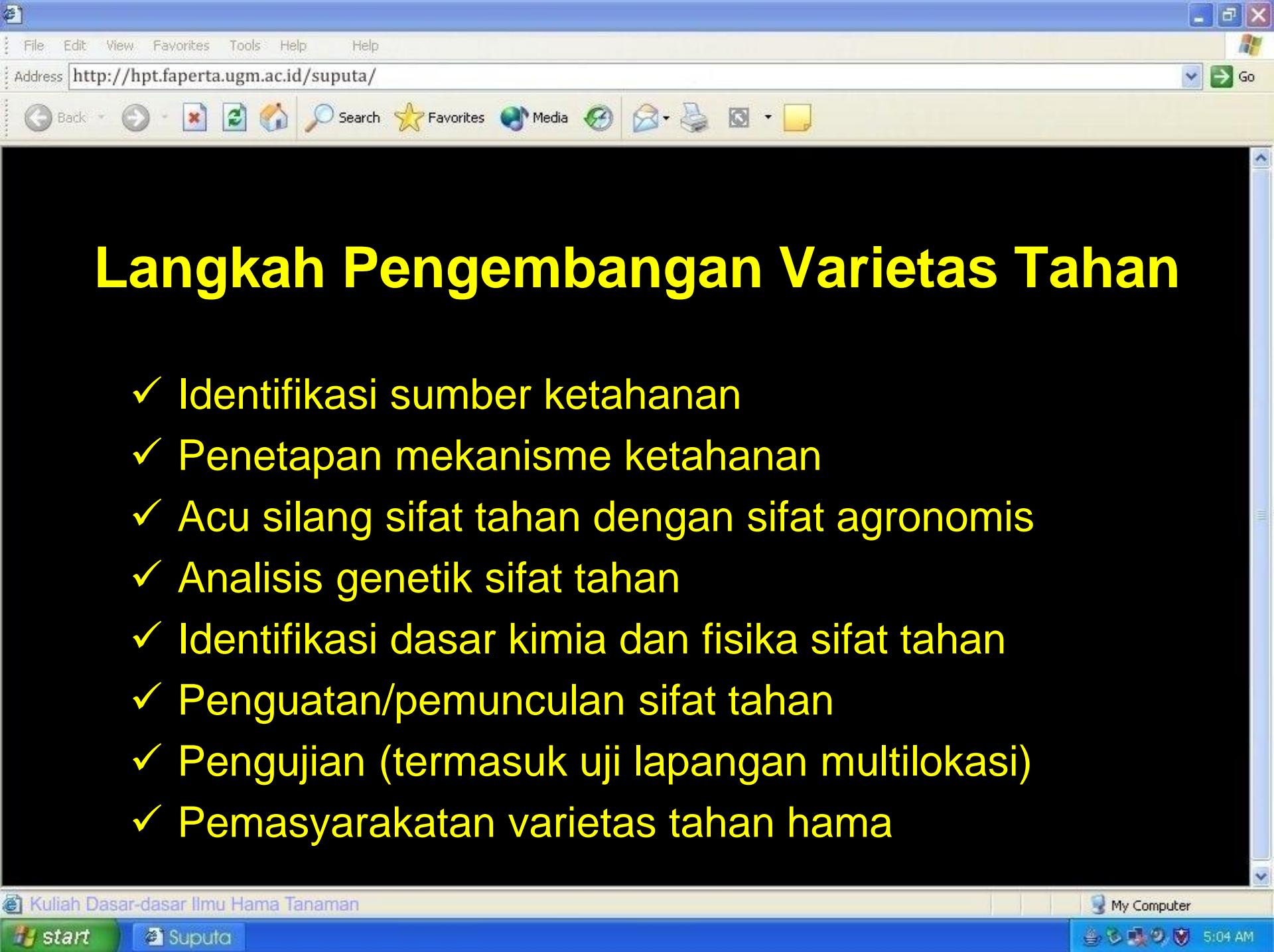
Pengelakan inang terjadi bila waktu pemunculan fase tumbuh tanaman tertentu tidak bersamaan dengan waktu pemunculan stadia hama yang aktif mengkonsumsi tanaman

Induced resistance

Sifat ketahanan ini timbul dan didorong oleh adanya keadaan lingkungan tertentu sehingga tanaman mampu bertahan terhadap serangan hama. Ketahanan dorongan ini terjadi antara lain akibat adanya pemupukan dan irigasi serta teknik budidaya yang lain

Host escape

Sering dialami pada suatu tempat tertentu ada suatu kelompok tanaman yang sebenarnya memiliki sifat peka terhadap suatu jenis hama, tetapi pada suatu saat tanaman tersebut tidak terserang meskipun populasi hama di sekitarnya pada waktu itu cukup tinggi. Hal tersebut tidak berarti bahwa tanaman tersebut tahan terhadap serangan hama tetapi tanaman tersebut sedang dalam keadaan luput dari serangan hama





Teknik Penguatan/pemunculan Sifat Tahan

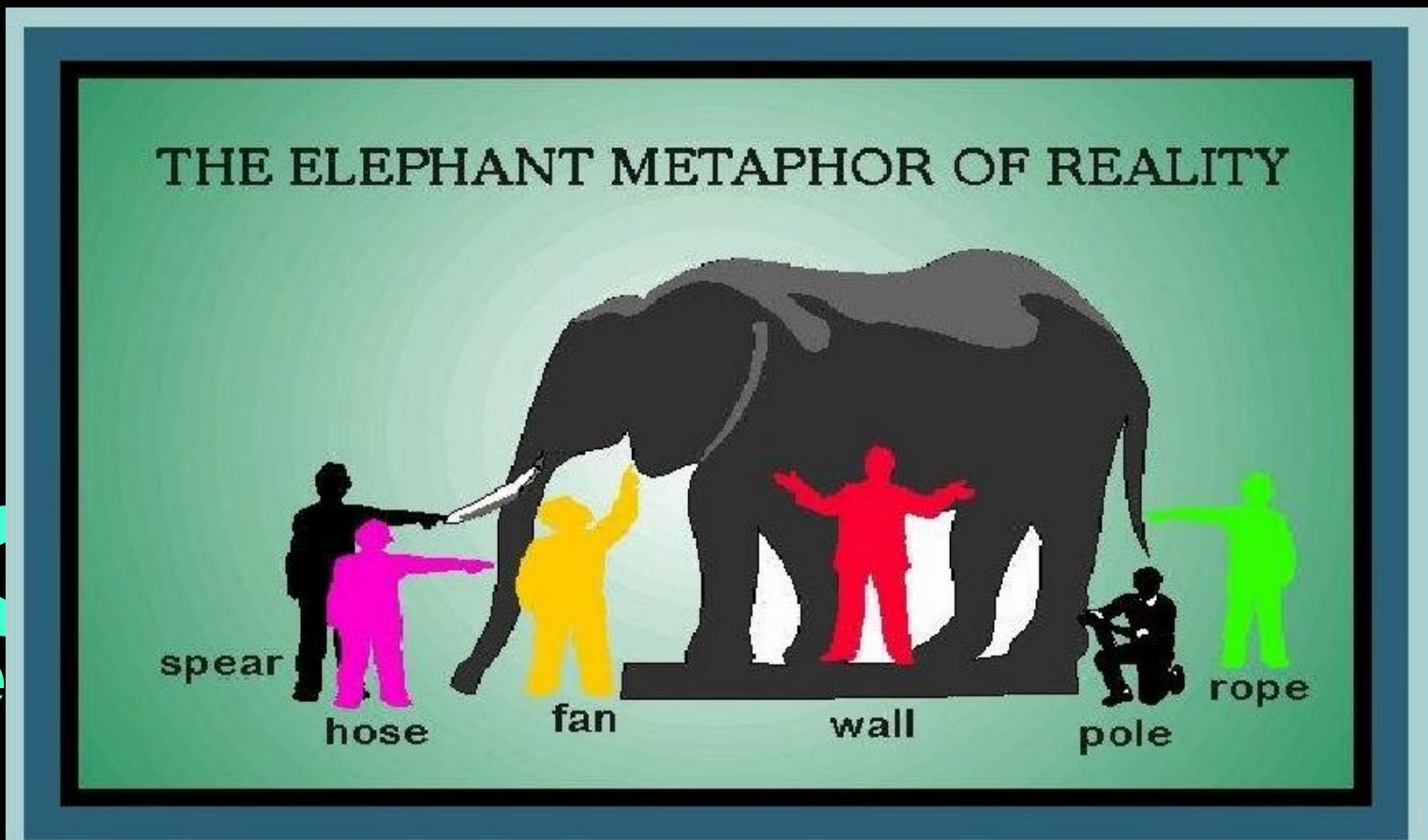
- Penguatan genetis secara konvensional (persilangan biasa mengikuti hukum Mendel)
- Penguatan genetis secara kimiawi
- Penguatan genetis secara fisis
- Penguatan genetis secara molekuler (transfer gen, rekayasa genetik)

Teknik perbanyakan: penanaman dan kultur jaringan



PENGEMBANGAN VARIETAS TAHAN DENGAN BIOTEKNOLOGI

Beberapa bioteknologi yang telah dikembangkan diantaranya rekayasa genetika yang mencakup rekombinasi DNA, pemindahan gen, manipulasi dan pemindahan embrio, kultur sel dan jaringan, regenerasi tanaman, dan antibodi monoklonal



Ge

ms

Genetic Engineering is an Extension of Traditional Plant Breeding

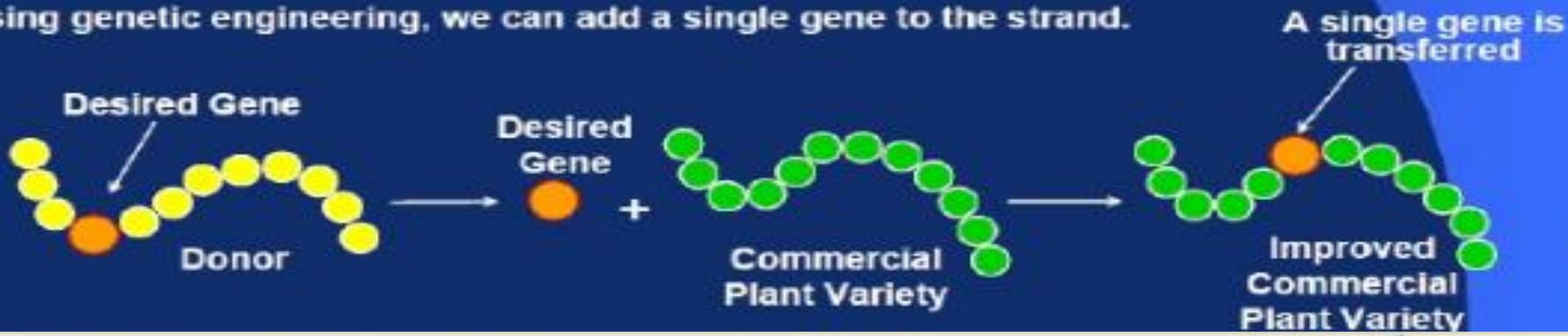
TRADITIONAL PLANT BREEDING

DNA is a strand of genes, much like a strand of pearls. Traditional plant breeding combines many genes at once.



GENETIC ENGINEERING

Using genetic engineering, we can add a single gene to the strand.



File Edit View Favorites Tools Help

Address <http://hpt.faperta.ugm.ac.id/suputa/>

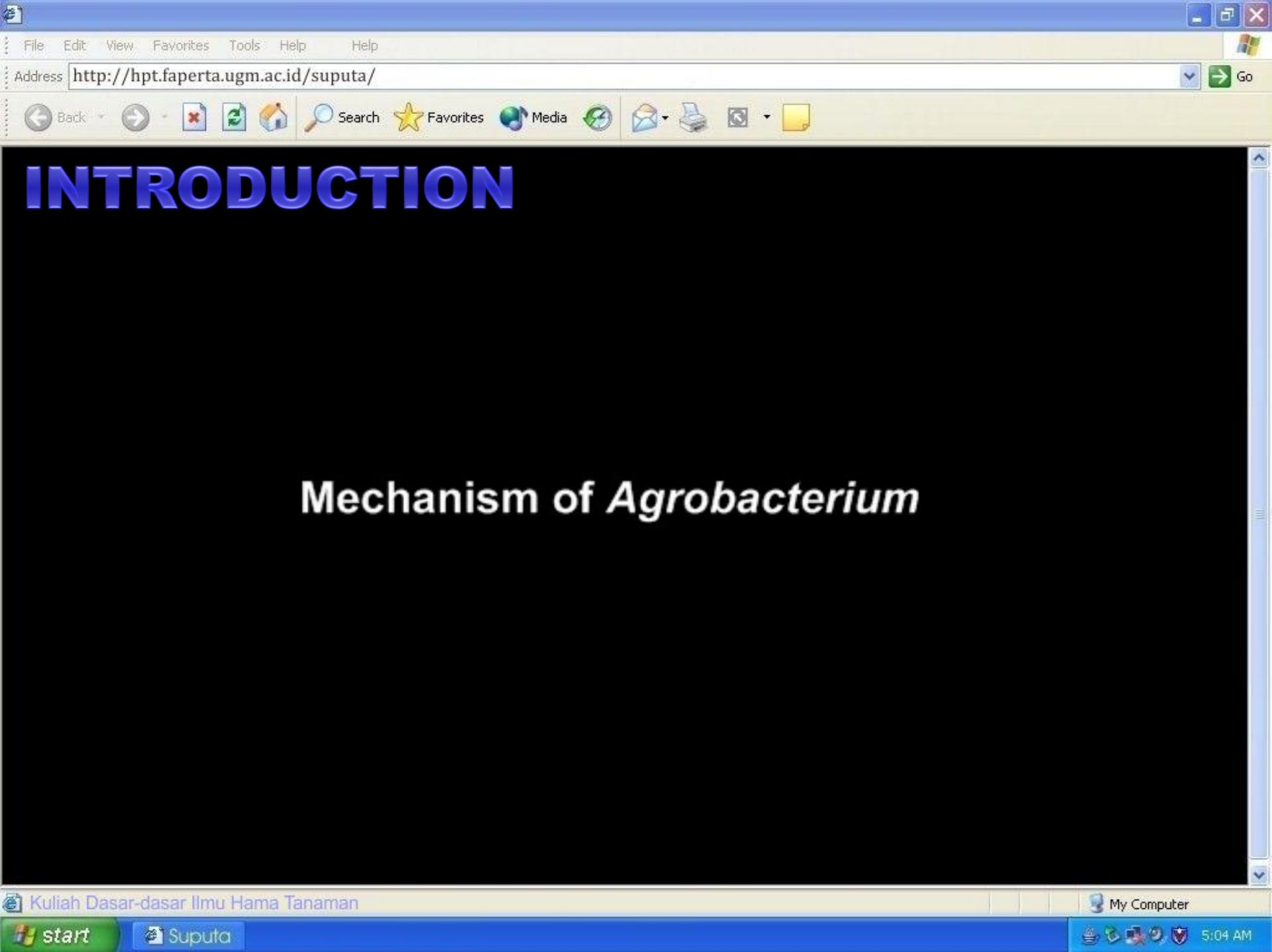
Back Forward Stop Refresh Search Favorites Media Print Go

INTRODUCTION

1. The Bt gene that produces the desired lethal protein is joined to a marker gene for antibiotic resistance.
2. Bt gene + marker is inserted into plant cells.
3. Plant cells are grown in the presence of antibiotic.
4. Cells that carry the Bt gene + antibiotic resistance gene survive and are grown into plants.

The diagram illustrates the four steps of genetic engineering:

- Step 1: A plant symbol labeled "Bt" is shown with a magnifying glass over it, indicating the Bt gene. A separate oval labeled "Marker" is also shown.
- Step 2: An arrow points down from the Bt gene to a cluster of plant cells. Below the cells, another arrow points down to a petri dish containing several small, circular bacterial colonies.
- Step 3: An arrow points down from the petri dish to a final stage where a corn plant and two corn cobs are shown, representing the final genetically modified plant.



File Edit View Favorites Tools Help

Address <http://hpt.faperta.ugm.ac.id/suputa/>

Back Forward Stop Refresh Search Favorites Media Print Copy Paste Go

INSECT KILLED BY Bt

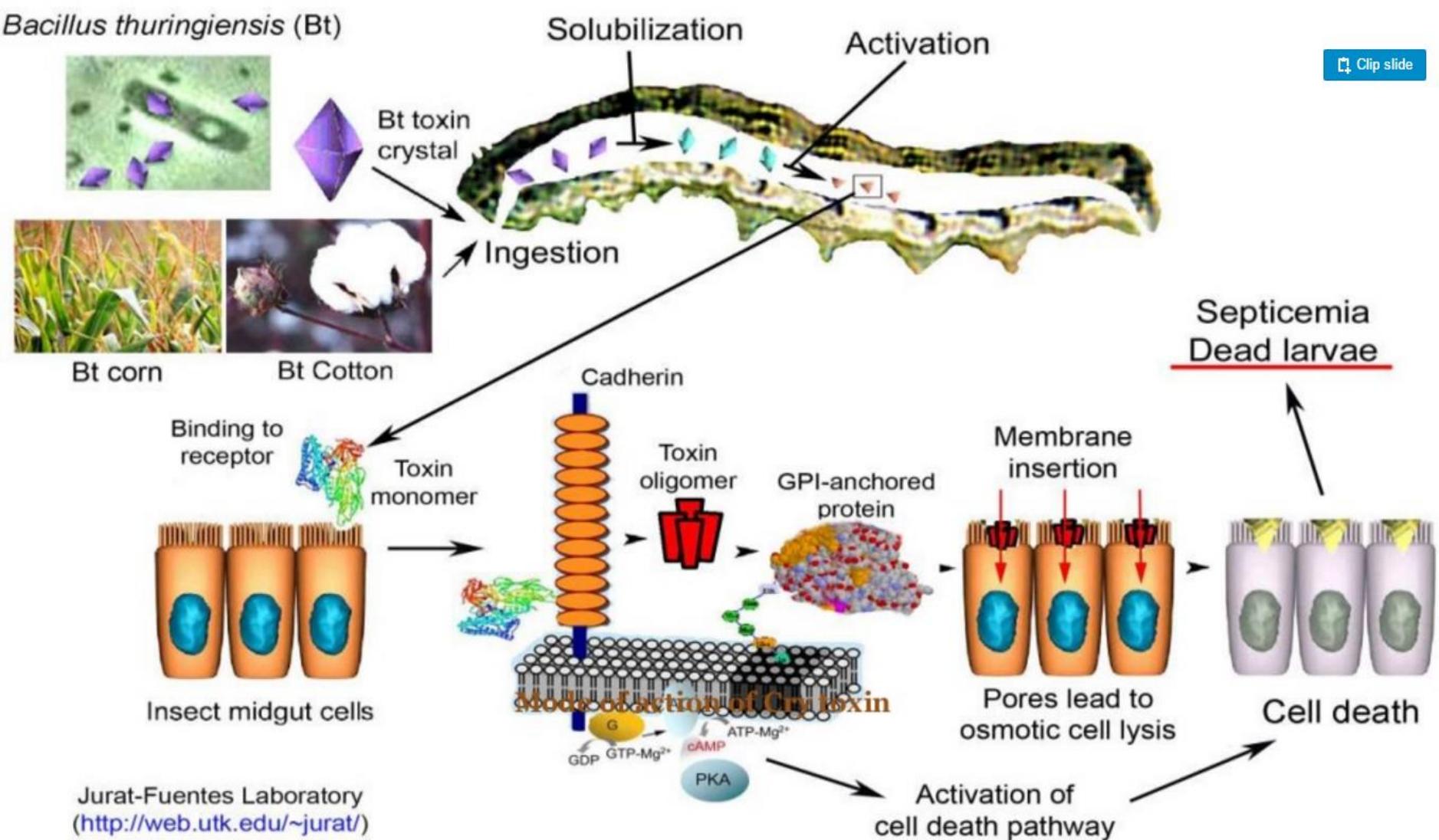
Plants expressing insecticidal proteins

Insecticidal proteins kill insect larva by distinct mechanisms

Reduced selection pressure

◆ Cry1Ac ● Vip3A ■ Cry2Ab ~ Toxin A

©Bob Crimi



Selective action of *Bt* in insects

Ingestion (occurs while feeding plant tissues)

Solubilization (Alkalinity)

Activation (pH >9.5)

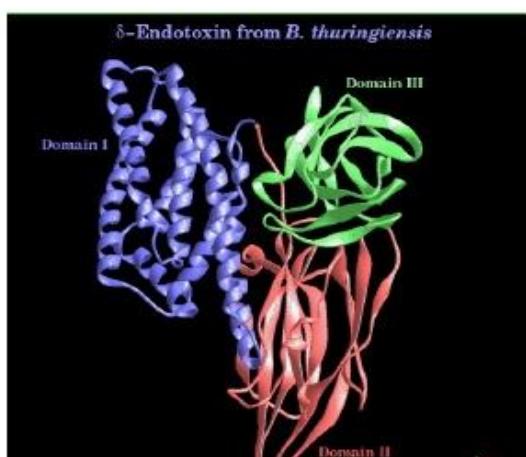
Binding (Specific receptor)

Insertion (Damage gut wall)

Pore formation

Cell lyses

D e a t



Crystal protein of *Bacillus thuringiensis* and their specificity

Crystal proteins	Order(s) specific
Cry-I	Lepidoptera
Cry-II	Lepidoptera & Diptera
Cry-III	Coleoptera
Cry-IV	Diptera
Cry-V	Lepidoptera & Coleoptera



Transgenic plants expressing foreign gene for insect resistance

Crop	Foreign gene	Origin of gene	Target Insect Pest (s)
Cotton	<i>Cry1Ab</i> , <i>Cry1Ac</i> , <i>Cry2Ab</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) <i>Spodoptera exigua</i> (Hubner) <i>Trichoplusia ni</i> (Hubner)
Brinjal	<i>CryIIIb</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (say)
Maize	<i>Cry1Ab</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Hubner)
Rice	<i>Corn cystatin (cc)</i>	Corn	<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)
	<i>Pin 2</i>	Potato	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)
	<i>CpTi</i>	Cowpea	<i>C. suppressalis</i>
	<i>Cry1Ab</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>C. suppressalis</i> , <i>Cnaphalocrosis medinalis</i> (Guenee), <i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)

Contd..			
Crop	Foreign gene	Origin of gene	Target Insect Pest (s)
Potato	<i>Cry1Ab</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller)
	<i>Oryza cystatin 1 (oc1)</i>	Rice	<i>L. decemlineata</i>
Sugarcane	<i>Cry1Ab</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>Diatraea sachharalis</i> (Fabricius)
Tobacco	<i>Cry1Ab</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>Heliothis virescens</i> (Fabricius)
	<i>α-ai</i>	Pea	<i>Tenebrio molitor</i> (Linnaeus)
	<i>CpTi</i>	Cowpea	<i>H. virescens, Manduca sexta</i> (L.)
Tomato	<i>Cry1Ac</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>M. Sexta</i>
	<i>B.t. (k)</i>	<i>B. thuringiensis</i>	<i>H. zea, M. sexta, Keifera lycopersicella</i> (Walsingham)

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://hpt.faperta.ugm.ac.id/suputa/ Go

Back Search Favorites Media Print

Comparison of breeding and transgenic technology

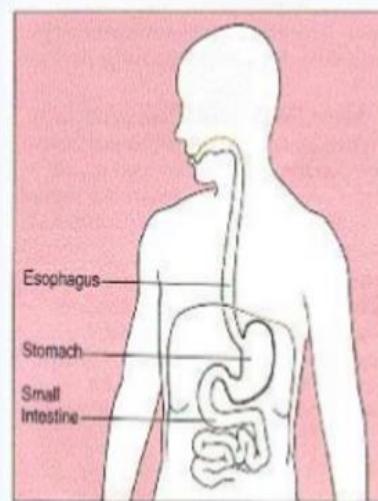
Breeding	Transgenic Technology
Exchange of genes within a species	No barrier
Gene of interest with flanking sequence transferred	Only Gene of Interest
Simple Technology	Intensive Technology

Kuliah Dasar-dasar Ilmu Hama Tanaman My Computer

start Suputa 5:04 AM

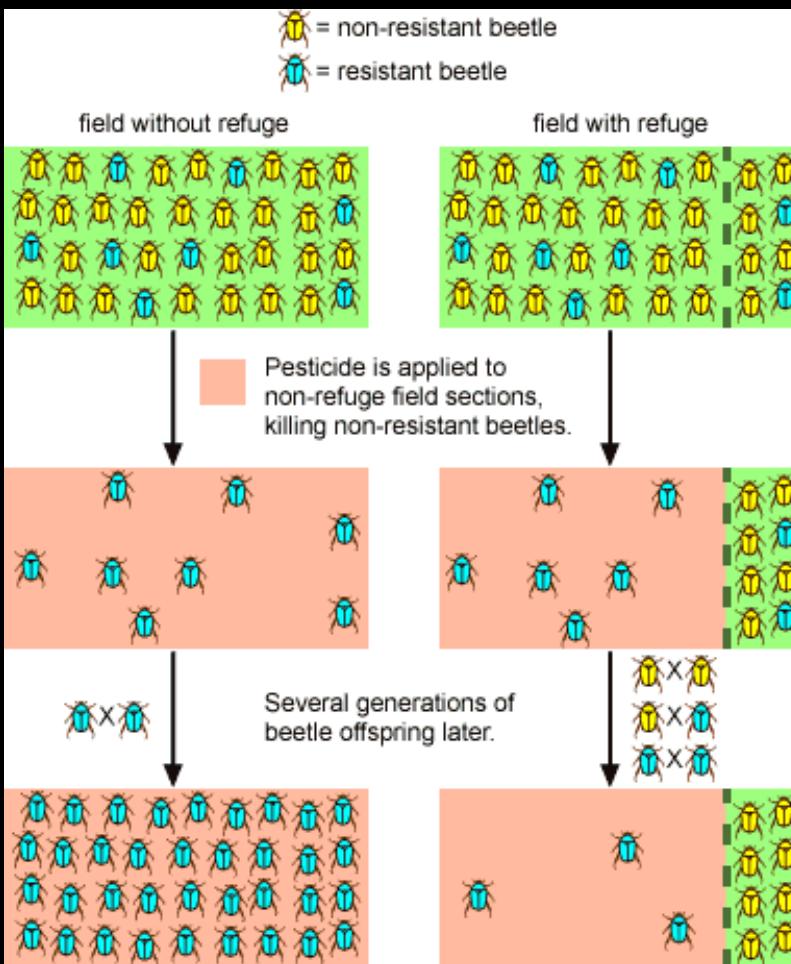
Bt has no toxic impact in higher animals (HUMAN) because of...

- Acidic stomach
- Very low pH (≈ 1.5 in humans)
- Absence of required receptors



Bt is safe to non-target organisms-
HUMAN

THE PROBLEM IS INSECT RESISTANT



File Edit View Favorites Tools Help

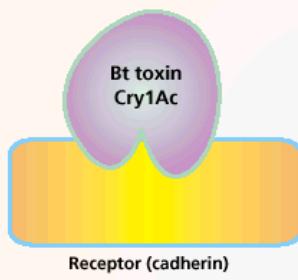
Address <http://hpt.faperta.ugm.ac.id/suputa/>

Back Forward Stop Refresh Search Favorites Media Print Find

INSECT RESISTANT TO Bt



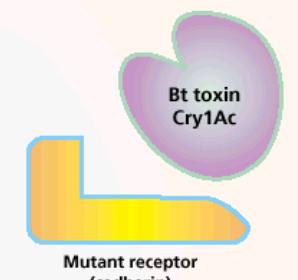
A Susceptible insect



Bt toxin Cry1Ac

Receptor (cadherin)

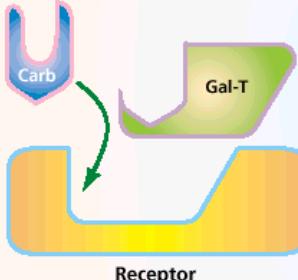
B Resistant insect



Bt toxin Cry1Ac

Mutant receptor (cadherin)

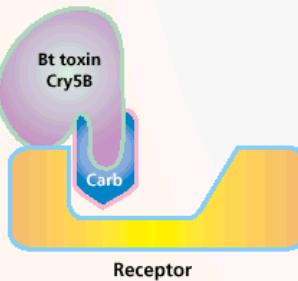
C Susceptible nematode



Carb

Gal-T

Receptor

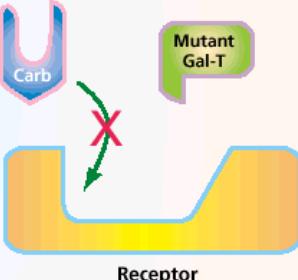


Bt toxin Cry5B

Carb

Receptor

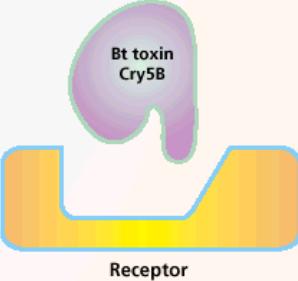
D Resistant nematode



Carb

Mutant Gal-T

Receptor



Bt toxin Cry5B

Carb

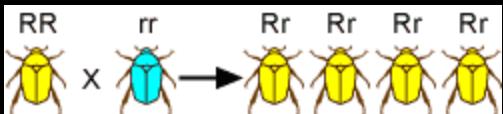
Receptor



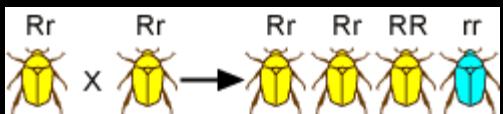
SOLVE THE PROBLEM

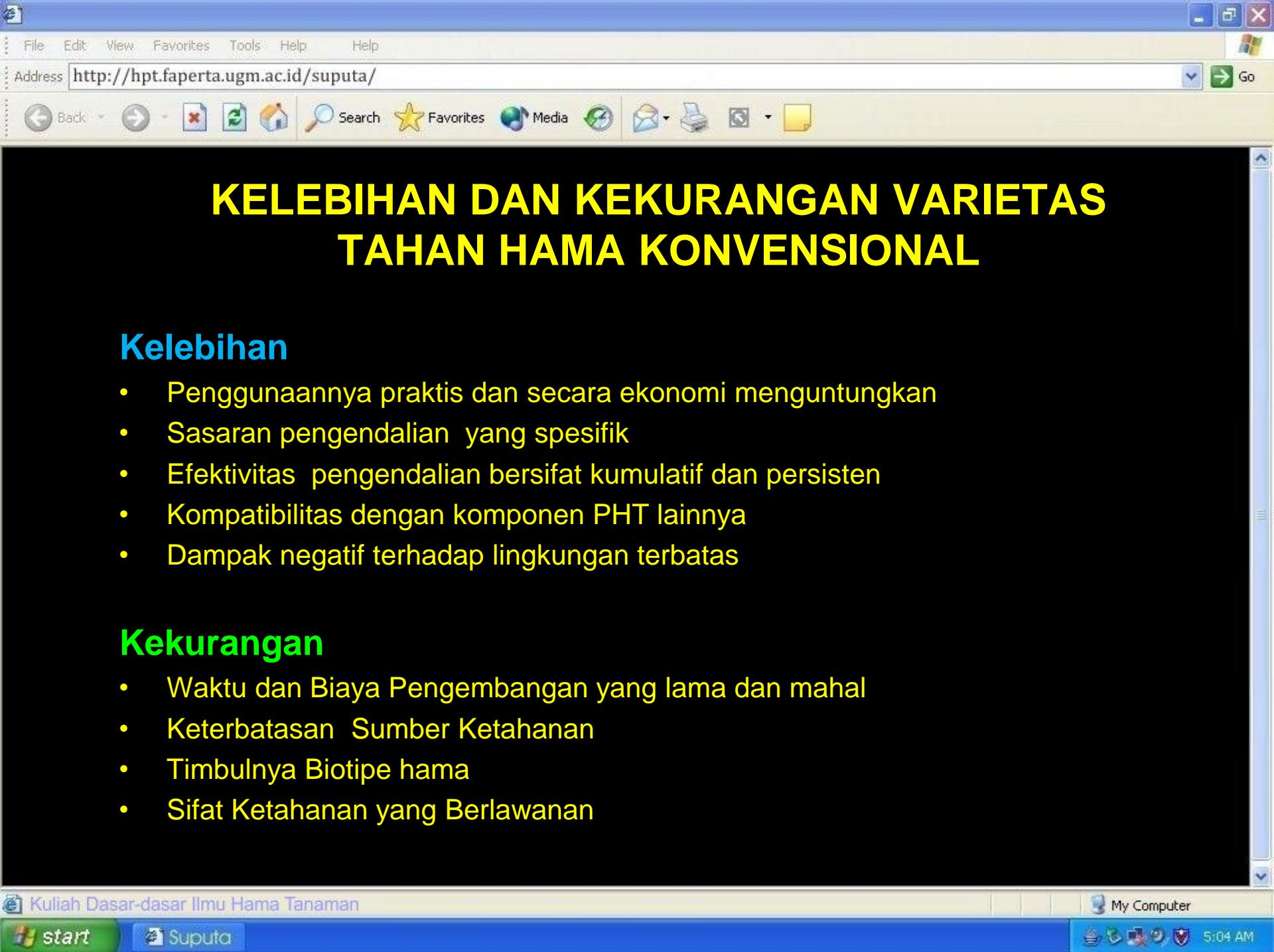
Refugia → the non-resistant insects survive. The allele for Bt resistance happens to be recessive = that means that the resistant allele can be masked by the dominant non-resistant allele.

So if a resistant insect (rr) surviving in the Bt-producing field mates with a non-resistant insect (RR) surviving in the refuge, all of their offspring will be non-resistant (Rr).



When two heterozygous pests mate, only one in four offspring (on average) will be homozygous recessive (rr) and therefore resistant to the pesticide.





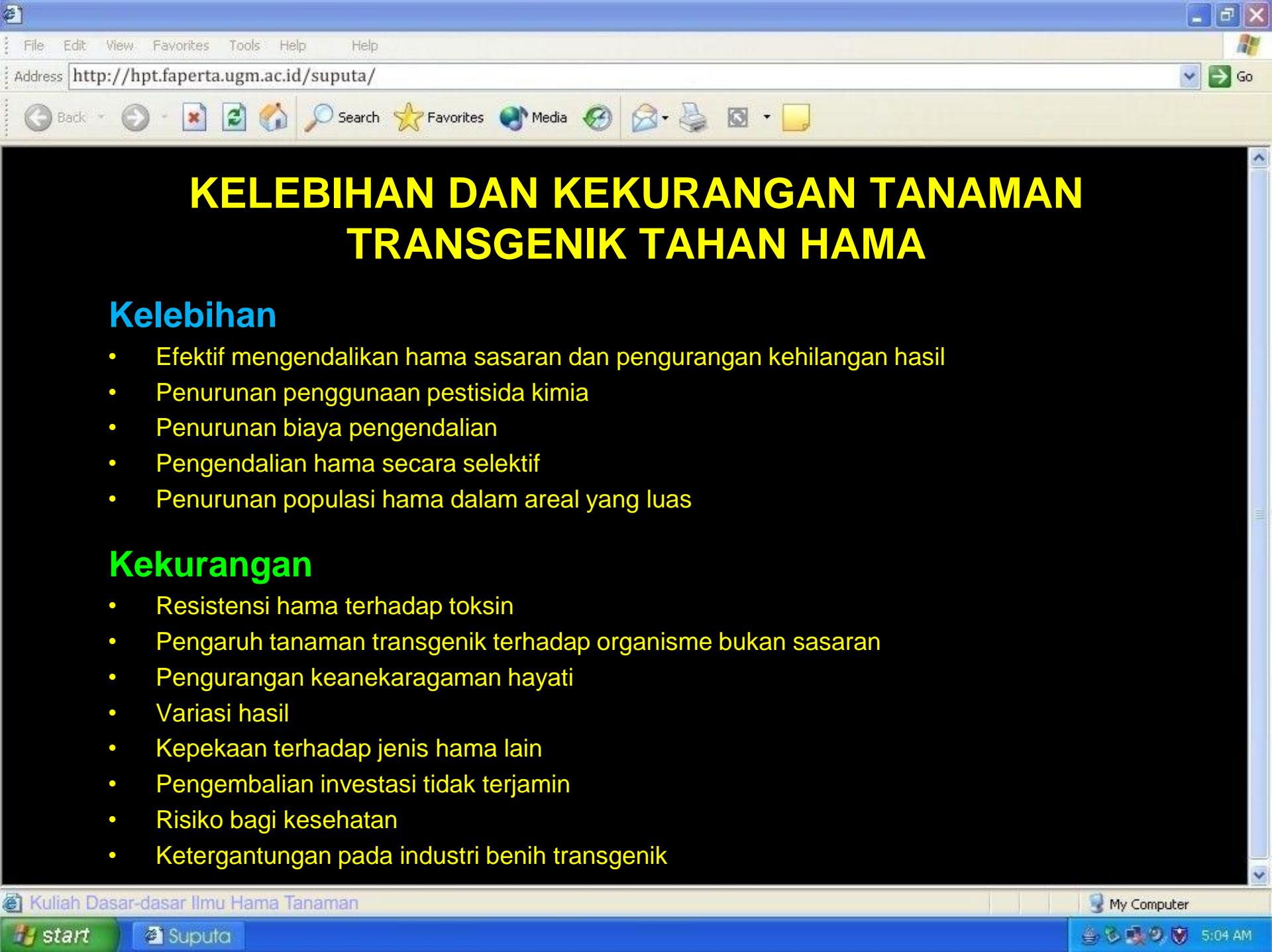
KELEBIHAN DAN KEKURANGAN VARIETAS TAHAN HAMA KONVENTSIONAL

Kelebihan

- Penggunaannya praktis dan secara ekonomi menguntungkan
- Sasaran pengendalian yang spesifik
- Efektivitas pengendalian bersifat kumulatif dan persisten
- Kompatibilitas dengan komponen PHT lainnya
- Dampak negatif terhadap lingkungan terbatas

Kekurangan

- Waktu dan Biaya Pengembangan yang lama dan mahal
- Keterbatasan Sumber Ketahanan
- Timbulnya Biotipe hama
- Sifat Ketahanan yang Berlawanan



KELEBIHAN DAN KEKURANGAN TANAMAN TRANSGENIK TAHAN HAMA

Kelebihan

- Efektif mengendalikan hama sasaran dan pengurangan kehilangan hasil
- Penurunan penggunaan pestisida kimia
- Penurunan biaya pengendalian
- Pengendalian hama secara selektif
- Penurunan populasi hama dalam areal yang luas

Kekurangan

- Resistensi hama terhadap toksin
- Pengaruh tanaman transgenik terhadap organisme bukan sasaran
- Pengurangan keanekaragaman hayati
- Variasi hasil
- Kepekaan terhadap jenis hama lain
- Pengembalian investasi tidak terjamin
- Risiko bagi kesehatan
- Ketergantungan pada industri benih transgenik

