



PROGRAM BANTUAN PDK KEMDIKBUD 2024

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

&

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL
PERTANIAN
UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
SUKOHARJO



- **Color is one of the important quality attributes in foods. It determines the acceptability of a product by consumers.**



Why Measure Colour?

The colour of many products acts as an important indicator of product quality and processing performance. Specifically colour is used in:

Quality Control

- To check on contamination or degradation
- As an indication of suitability for a particular purpose
- As a guide to the condition of used product

Refining

- As a measure of progress in refining and processing
- Feedback for process control and optimisation
- Identification of product grade

Why Measure Colour?

Materials Sourcing

- *An immediate guide to supply continuity*
- *Inspection of Incoming materials*
- *Assurance that materials meet colour specifications*

Production Control

- *A check for consistency within and across batches*

Inspection of final products

- *Conformance to predetermined colour tolerances*
- *Compliance with customer specifications*

Warna Sebagai Sifat Obyektif dan Subyektif

- Warna merupakan sifat produk pangan yang dapat dipandang sebagai sifat fisik (obyektif) dan sifat organoleptik (subyektif).
- Dapat dianalisa secara obyektif dengan instrumen fisik dan secara organoleptik atau subyektif dengan indera manusia.

Warna benda

- Warna benda ditentukan oleh:
 - Adanya sinar sebagai sumber penerangan yang menyinari benda
 - Sifat absorpsi dan refleksi spektrum dari benda yang disinari
 - Kondisi lingkungan benda
 - Kondisi subyek yang melihat benda.

Warna Benda

- Warna adalah manifestasi dari sifat sinar yang dapat merangsang alat indra mata dan dapat menghasilkan kesan psikologik terhadap warna benda.
- Persepsi warna benda oleh seorang subyek dapat ditetapkan setelah pada benda tersebut dikenai sinar, kemudian sinar yang dipantulkan oleh benda tersebut mengenai retina mata.

PERSEPSI WARNA

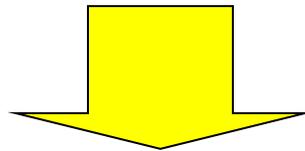
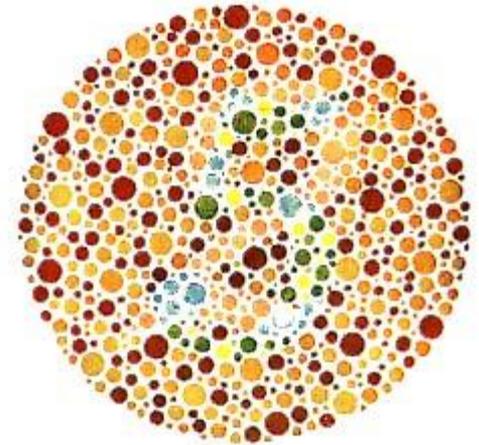


Apakah warna bunga mawar ini?

- **Kuning ?**
- **Kuning lemon ?**
- **Kuning kunyit ?**

Why need Colorimeter ??

- Persepsi dan interpretasi warna sangat subyektif yang sangat dipengaruhi oleh:
 - ✓ Faktor « eye fatigue »
 - ✓ Faktor usia
 - ✓ Faktor fisiologis: buta warna

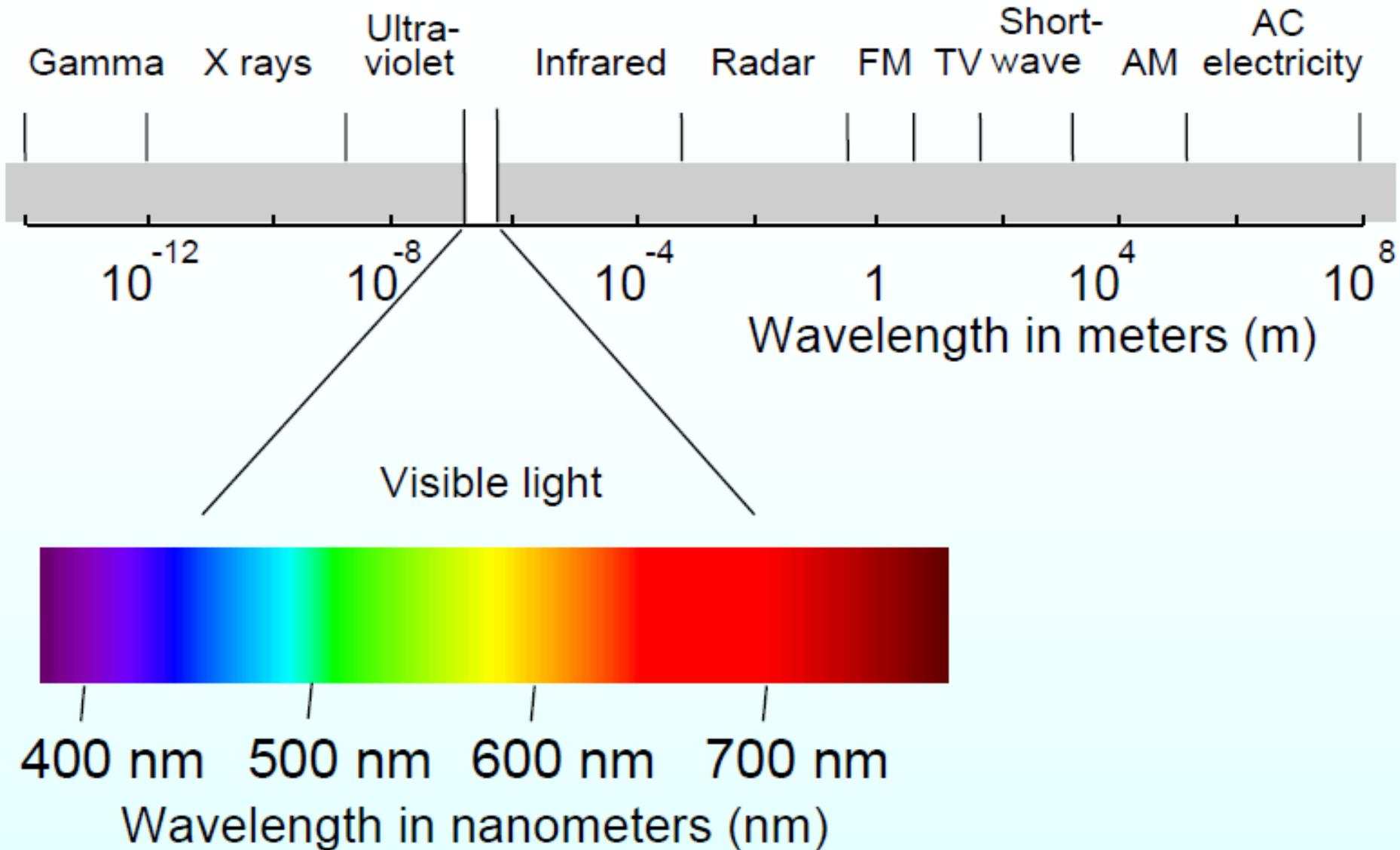


DENGAN INSTRUMEN ANALISIS WARNA (COLORIMETER) akan dapat dibedakan warna dari suatu obyek dengan obyek lainnya dan dapat dinyatakan dengan satu nilai numerik.

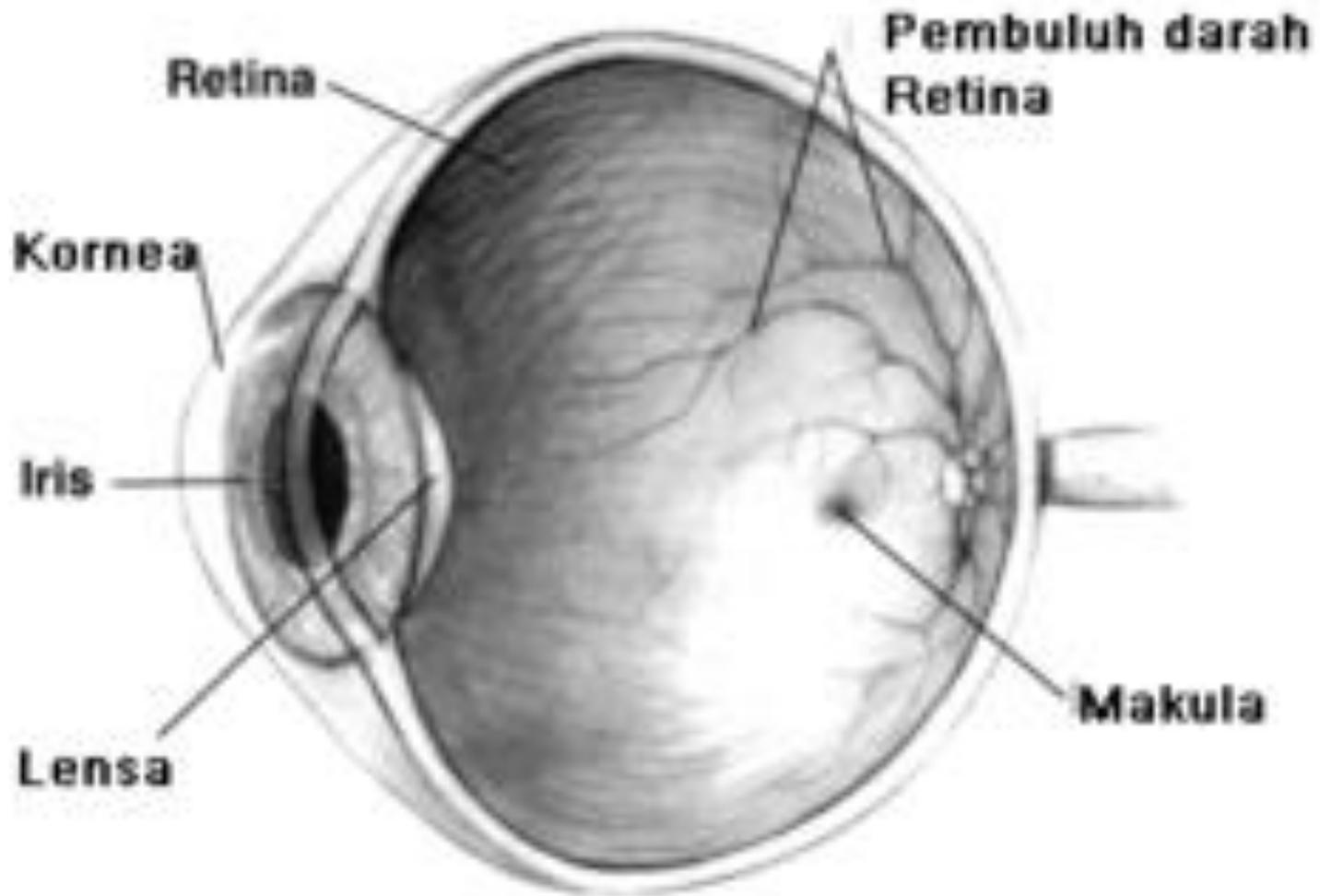
Warna Benda

- Mata hanya mampu mengolah sinar tampak pada kisaran panjang gelombang 380-770 nm. Di luar panjang gelombang tersebut, mata tidak mampu lagi menangkap warna.

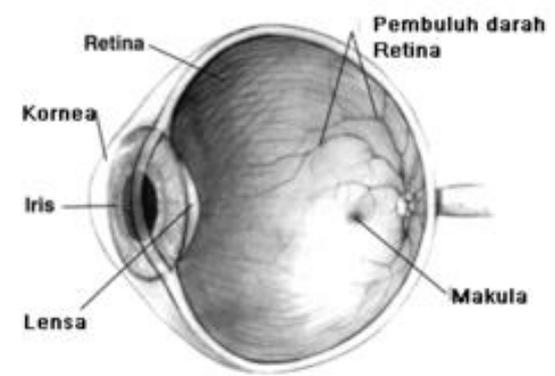
Electromagnetic Radiation - Spectrum



Mata Manusia



Mata Manusia



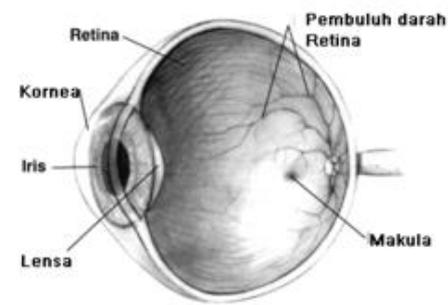
Kornea

Merupakan bagian terluar dari bola mata yang menerima cahaya dari sumber cahaya.

Pupil dan Iris

- Dari kornea, cahaya akan diteruskan ke pupil.
- **Pupil** menentukan kuantitas cahaya yang masuk ke bagian mata yang lebih dalam.
- **Pupil mata** akan melebar jika kondisi ruangan yang gelap, dan akan menyempit jika kondisi ruangan terang.
- **Iris** berfungsi sebagai diafragma. Iris inilah terlihat sebagai bagian yang berwarna pada mata.

Mata Manusia



Lensa mata

Fungsi lensa mata adalah mengatur fokus cahaya, sehingga cahaya jatuh tepat pada bintik kuning retina. Untuk melihat objek yang jauh, lensa mata akan menipis. Sedangkan untuk melihat objek yang dekat, lensa mata akan menebal.

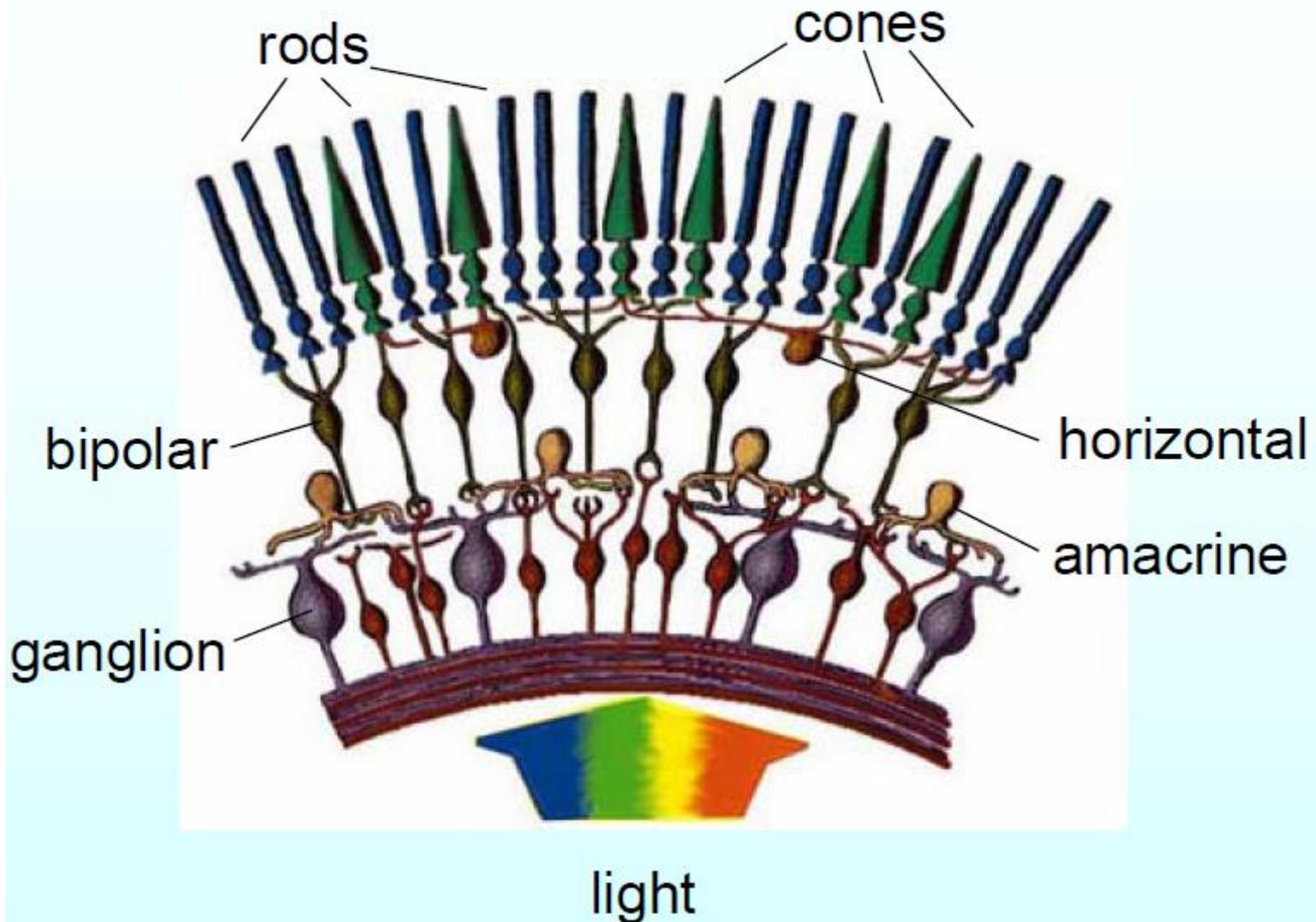
Retina

Retina adalah bagian mata yang paling peka terhadap cahaya, khususnya bagian retina yang disebut bintik kuning. Setelah retina, cahaya diteruskan ke saraf optik.

Saraf optik

Saraf yang menghubungkan sel batang (rods) dan kerucut (cones) dalam retina menuju ke otak.

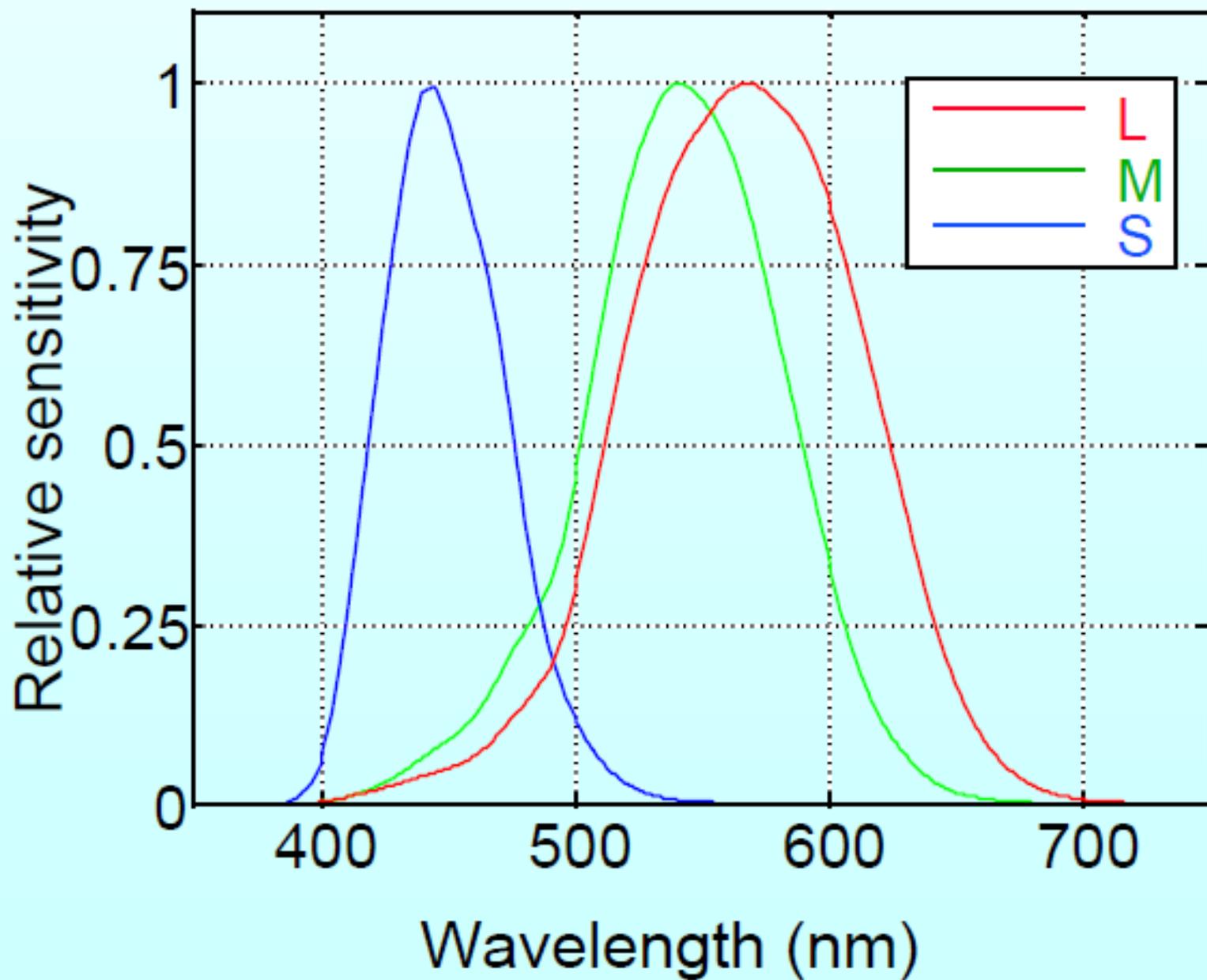
Human Visual System – the eye



Retinal Photoreceptors

- Cones -**
- High illumination levels (Photopic vision)
 - Less sensitive than rods.
 - 5 million cones in each eye.
 - Only cones in fovea (aprox. 50,000).
 - Density decreases with distance from fovea.
 - 3 cone types differing in their spectral sensitivity: L , M, and S cones.

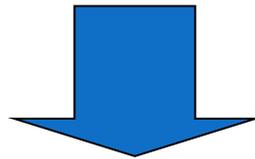
Cone Spectral Sensitivity



Human Visual System – the eye

The cones send a signal to the brain that set up a response in terms of opposing pairs:

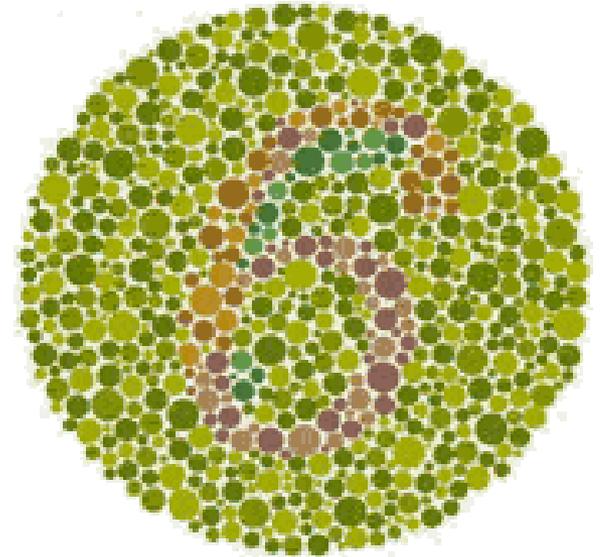
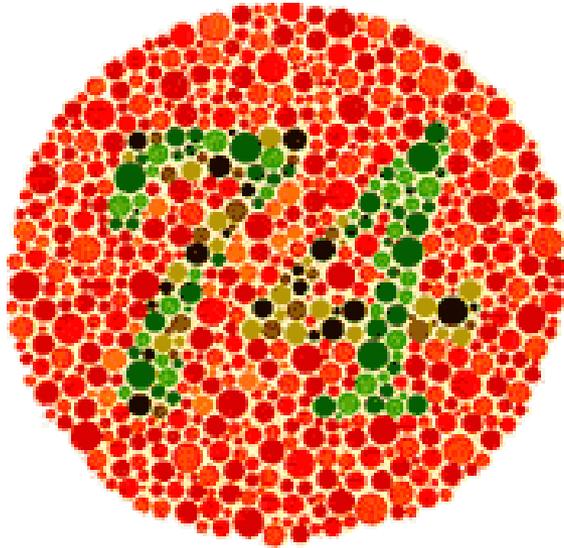
- **Red-green**
- **Yellow-blue**



Red-green colorblindness
Yellow-blue colorblindness

Color Blindness Test

RED-GREEN COLOR BLINDNESS



Warna Benda

- Warna sebagai sifat obyektif merupakan manifestasi dari sifat sebagai fenomena fisik, yaitu sinar atau radiasi gelombang elektromagnetik.
- Mempunyai dua parameter, yaitu panjang gelombang (λ) dan intensitas sinar.
- Panjang gelombang merupakan parameter sinar yang berkaitan dengan warna.
- Intensitas sinar merupakan tingkat besaran energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan, dimana sinar dengan intensitas tinggi akan menghasilkan cahaya terang, sebaliknya sinar yang intensitasnya rendah akan menghasilkan cahaya yang redup dan lemah.

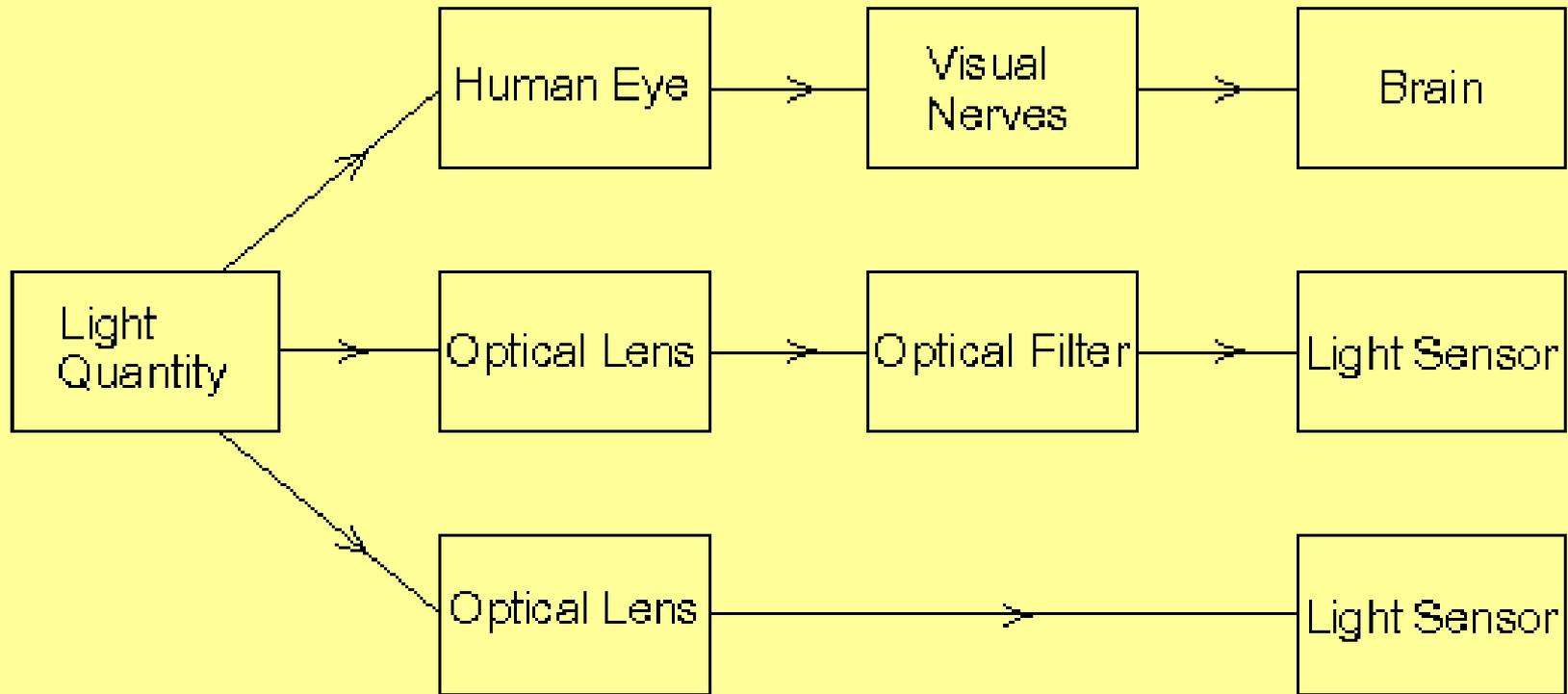
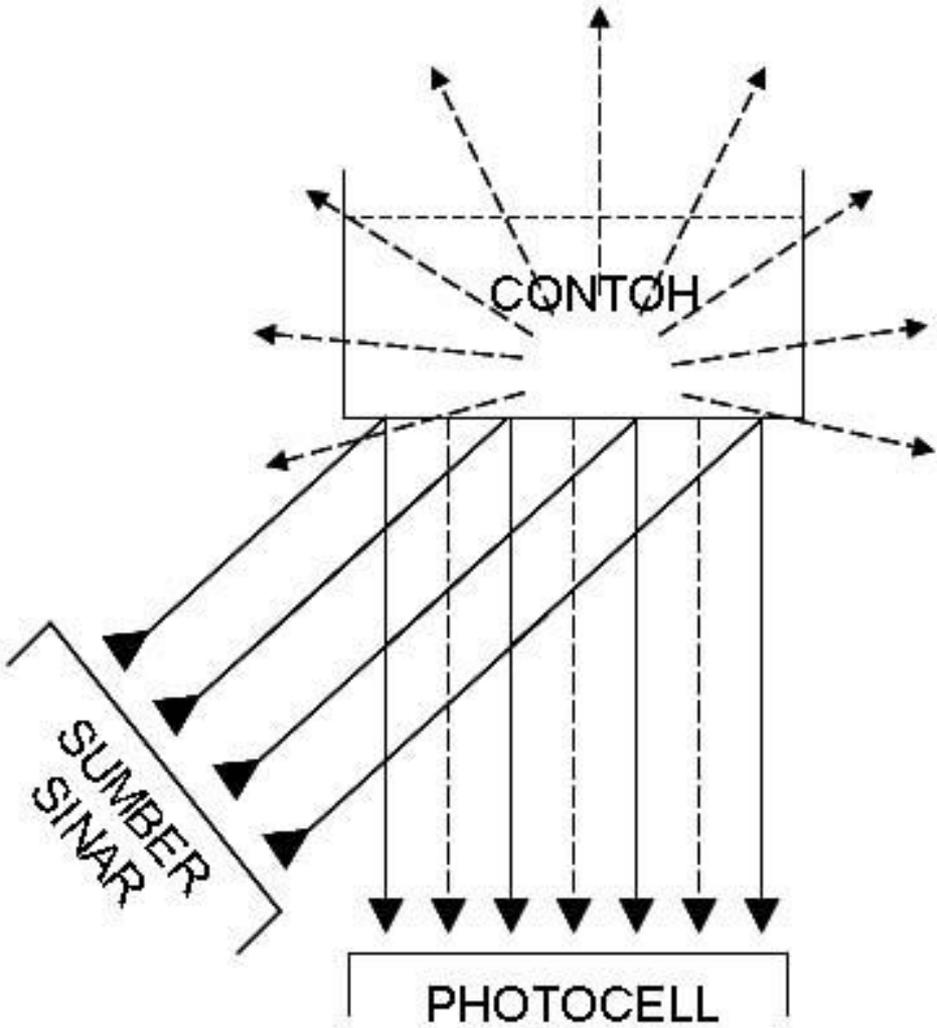
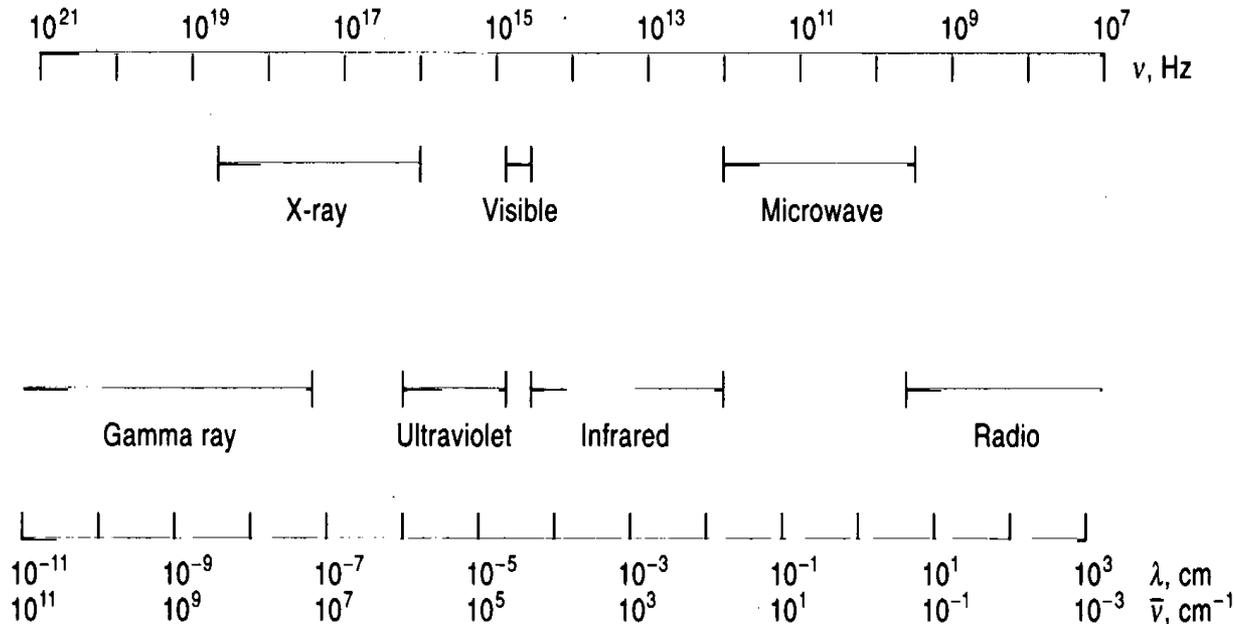


Diagram interaksi antara sumber sinar dengan contoh untuk menghasilkan signal



Spektrum Elektromagnetik



Radiasi elektromagnetik mempunyai sifat:

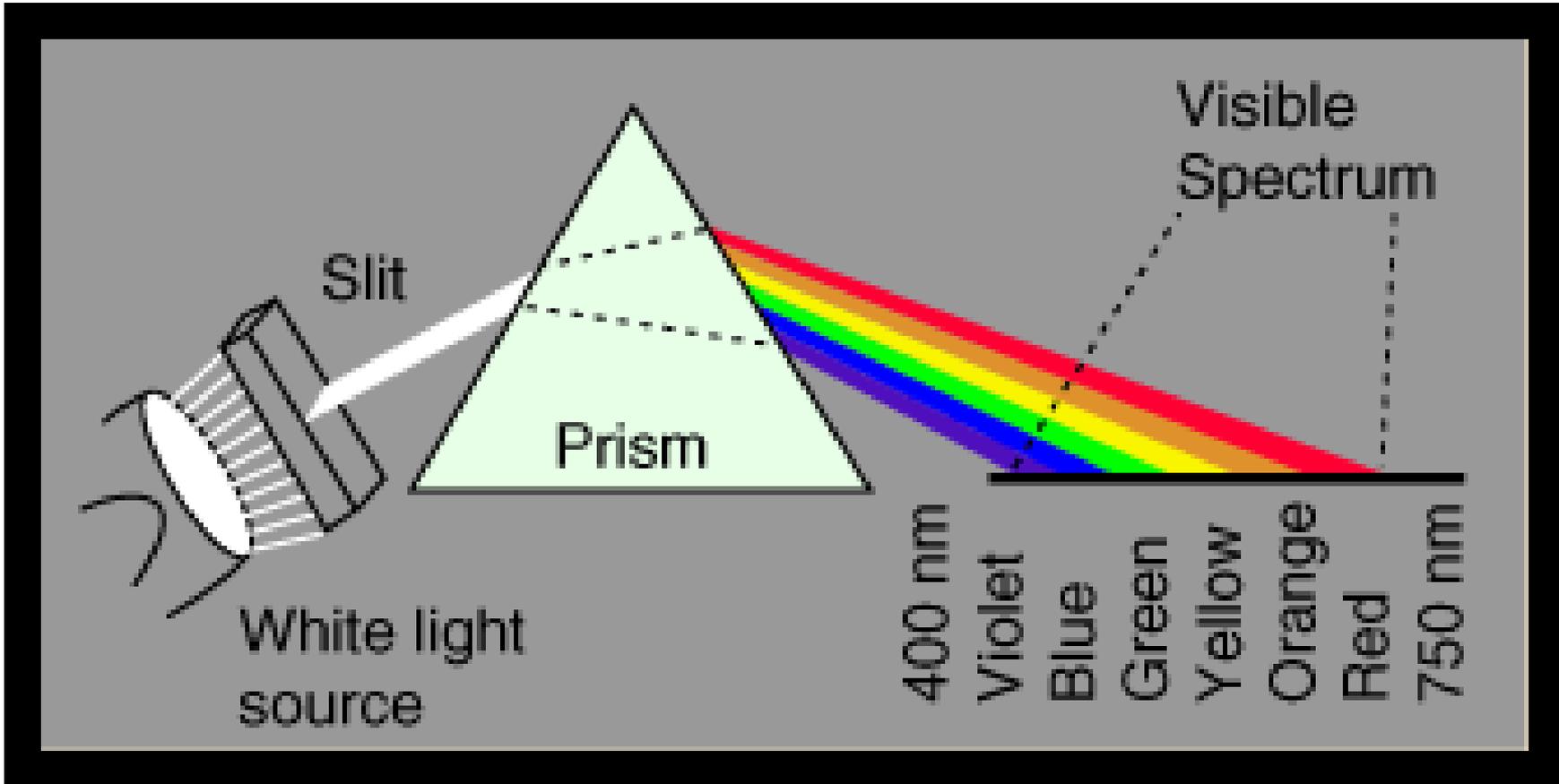
- gelombang elektromagnetik
- berkas partikel atau foton

$$\frac{\text{\AA}}{\text{m}} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\frac{\mu\text{m}}{\text{m}} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\frac{\mu\text{m}}{\text{m}} = 10^{-6}$$

$$\frac{\text{cm}}{\text{m}} = 10^{-2}$$

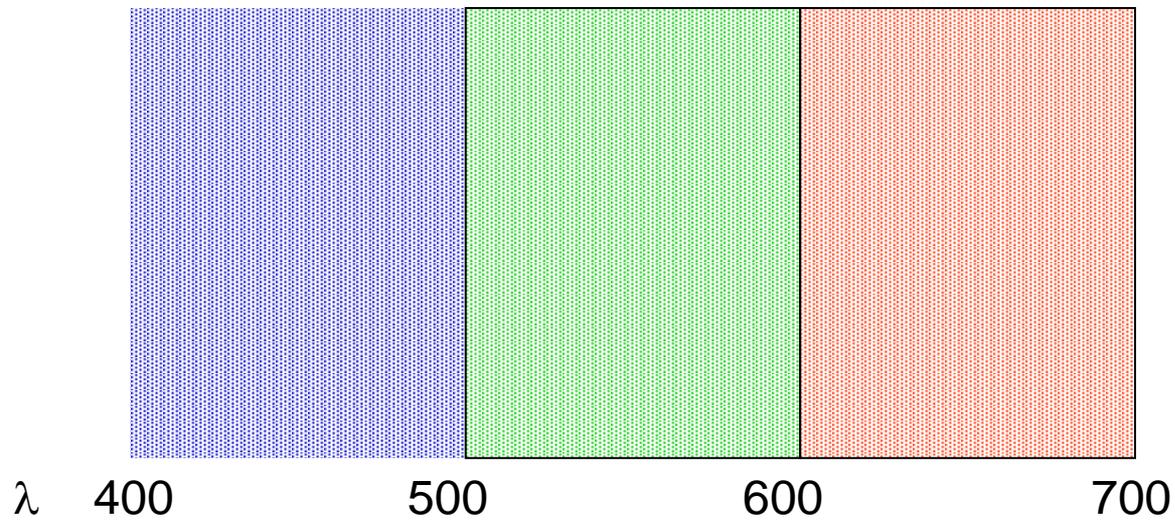


Visible spectrum : 400 – 700 nm

Red : 600 – 700 nm

Green : 500 – 600 nm

Blue : 400 – 500 nm



$R + G + B = \text{White}$

Hubungan antara spektrum warna dan panjang gelombang sinar tampak

Jenis warna	Panjang gelombang	
	Kisaran (nm)	Nilai tengah (nm)
Merah	620 – 770	700
Jingga, orange	585 – 600	590
Kuning	570 – 585	576
Hijau muda	540 – 570	555
Hijau	505 – 540	520
Biru muda	495 – 505	500
Biru	480 – 495	490
Nila	450 – 480	470
Ungu, violet	350 – 450	380

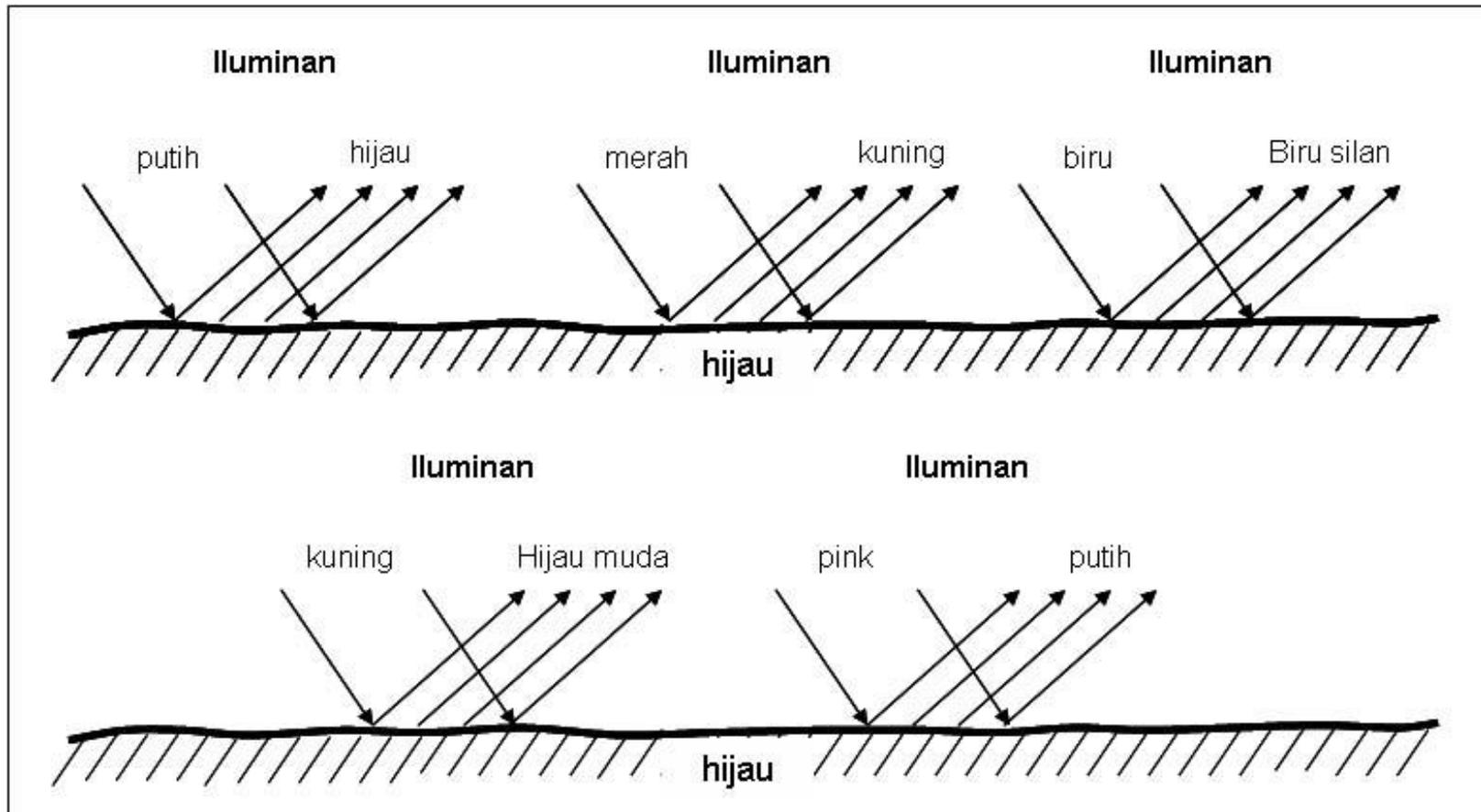
Warna dan Spektrum

- Benda yang dikenai sinar penerangan, maka sinar datang oleh benda akan:
 - Diserap (absorpsi)
 - Diteruskan (transmisi)
 - Dipantulkan (refleksi)
 - Dipancarkan (emisi)

Hubungan sifat fisik sinar dengan sifat subyektif atau sifat organoleptik pada produk pangan

Fenomena fisik	Sifat sinar	Fenomena psikologik dengan sifat organoleptiknya
Radiasi atau sinar	Sinar sumber penerang pada produk yang dilihat	Cahaya
Sinar pantul (refleksi)	Sinar pantul seluruh spektrum dari sinar terlihat	Kecerahan, derajat putih (<i>value, lightness, brightness, whiteness</i>)
Panjang atau frekuensi gelombang dominan	Sinar pantul dengan spektrum dominan dari sinar terlihat	Warna kromatis, warna pelangi (<i>hue</i>)
Intensitas sinar	Intensitas sinar pantul dari spektrum dominan	Keredupan warna, kroma (<i>chroma</i>)
Sinar refleksi sejajar	Sinar yang dipantulkan sejajar dari permukaan benda yang licin	Mengkilap (<i>glossy</i>)
Sinar refleksi tidak sejajar, tak teratur arahnya	Sinar yang dipantulkan oleh permukaan benda dengan arah pantul yang tidak beraturan, ke semua arah	Permukaan kusam (<i>dull</i>)

Macam-macam penampakan warna (sinar pantul) dari satu benda hijau akibat iluminan yang berbeda (sinar datang)

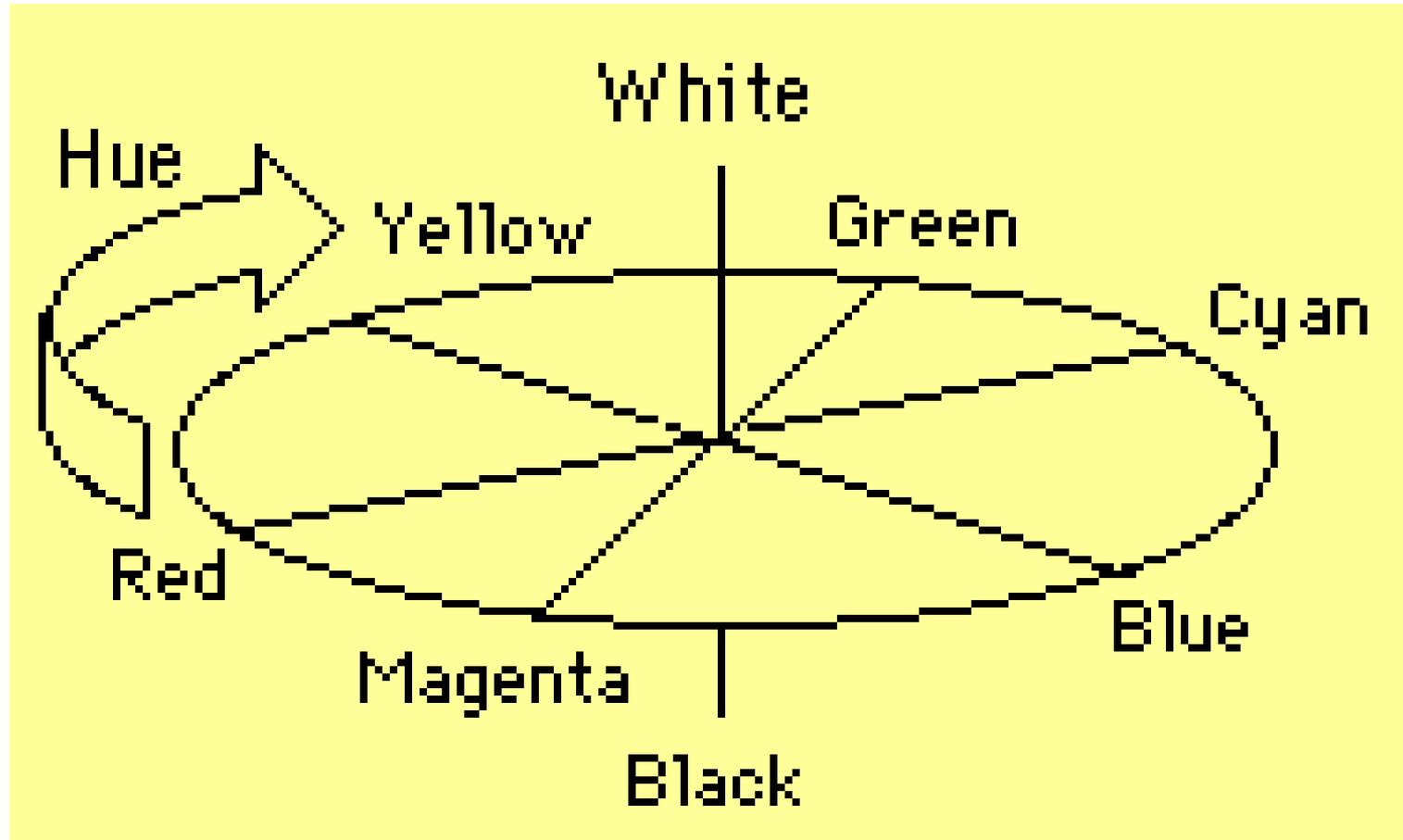


Color Perception

- The properties of color which are inherently distinguishable by the human eye are **hue**, **saturation**, and **brightness**.
- The spectral colors can be one-to-one correlated with light wavelength.
- It is found that many different combinations of light wavelengths can produce the same perception of color.

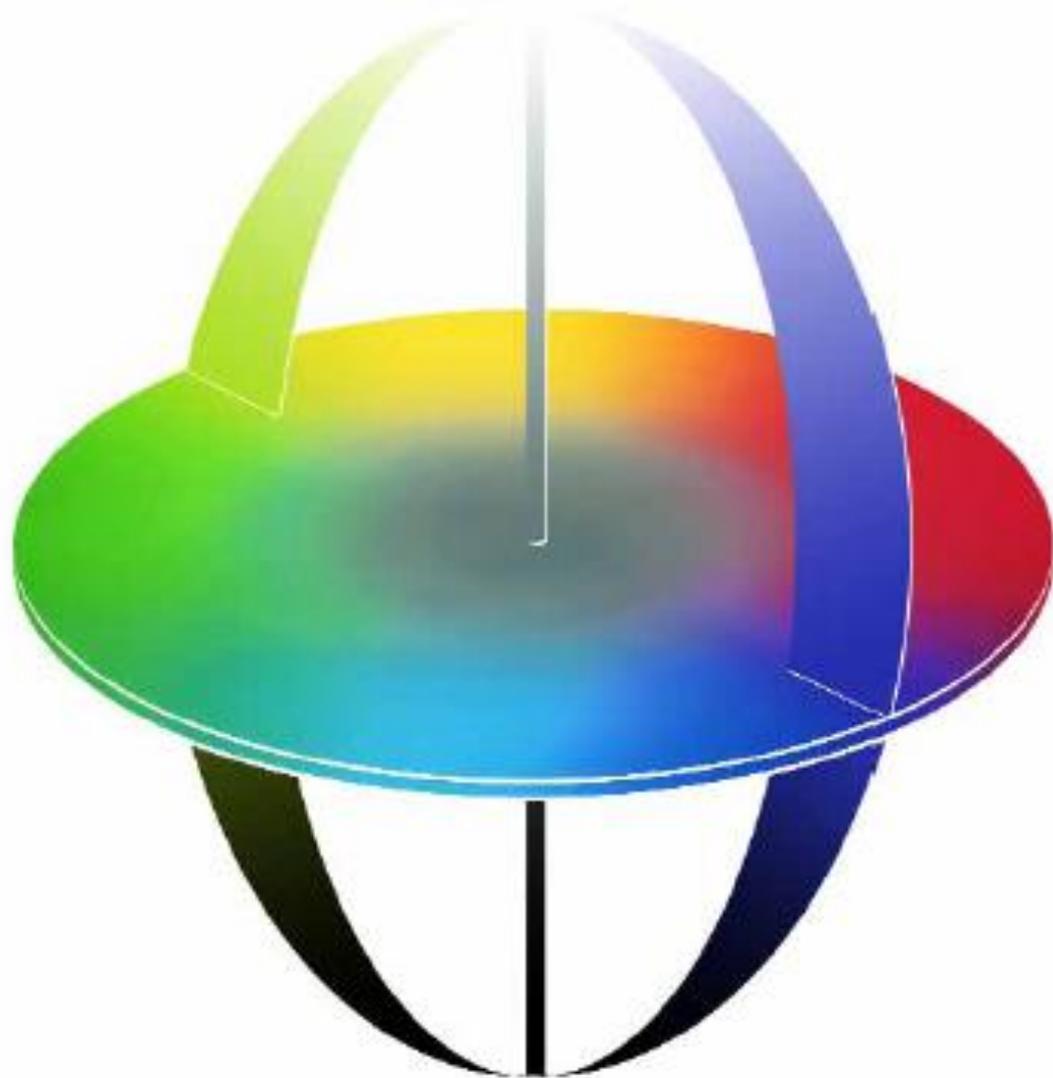
Tipe parameter warna

- **Warna kromatik (Hue)**
 - Warna-warna pelangi: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu.
- **Kroma (*chroma*)**
 - Intensitas warna kromatik
 - Jika intensitas tinggi, maka warna kromatik akan cerah sekali atau warna yang sangat mencolok,
 - Jika intensitas rendah, warna itu agak redup atau warna yang lemah.
- **Warna akromatis (kecerahan/lightness)**
 - Warna putih, hitam dan abu-abu



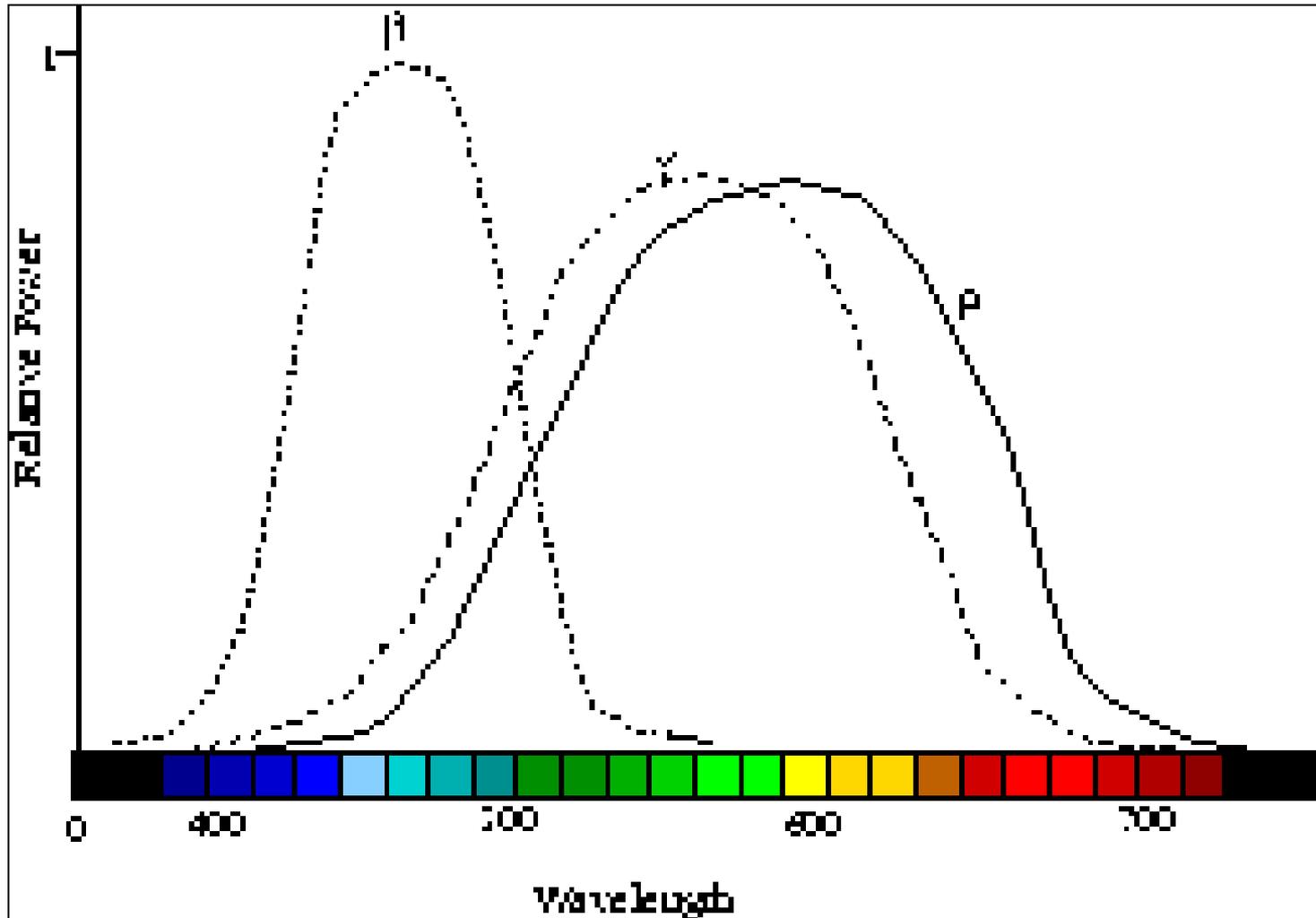
There are many different mixtures of wavelengths which can produce the same perceived hue. The achromatic line from black to gray to white through the center of the circle represents light which has no hue.

White

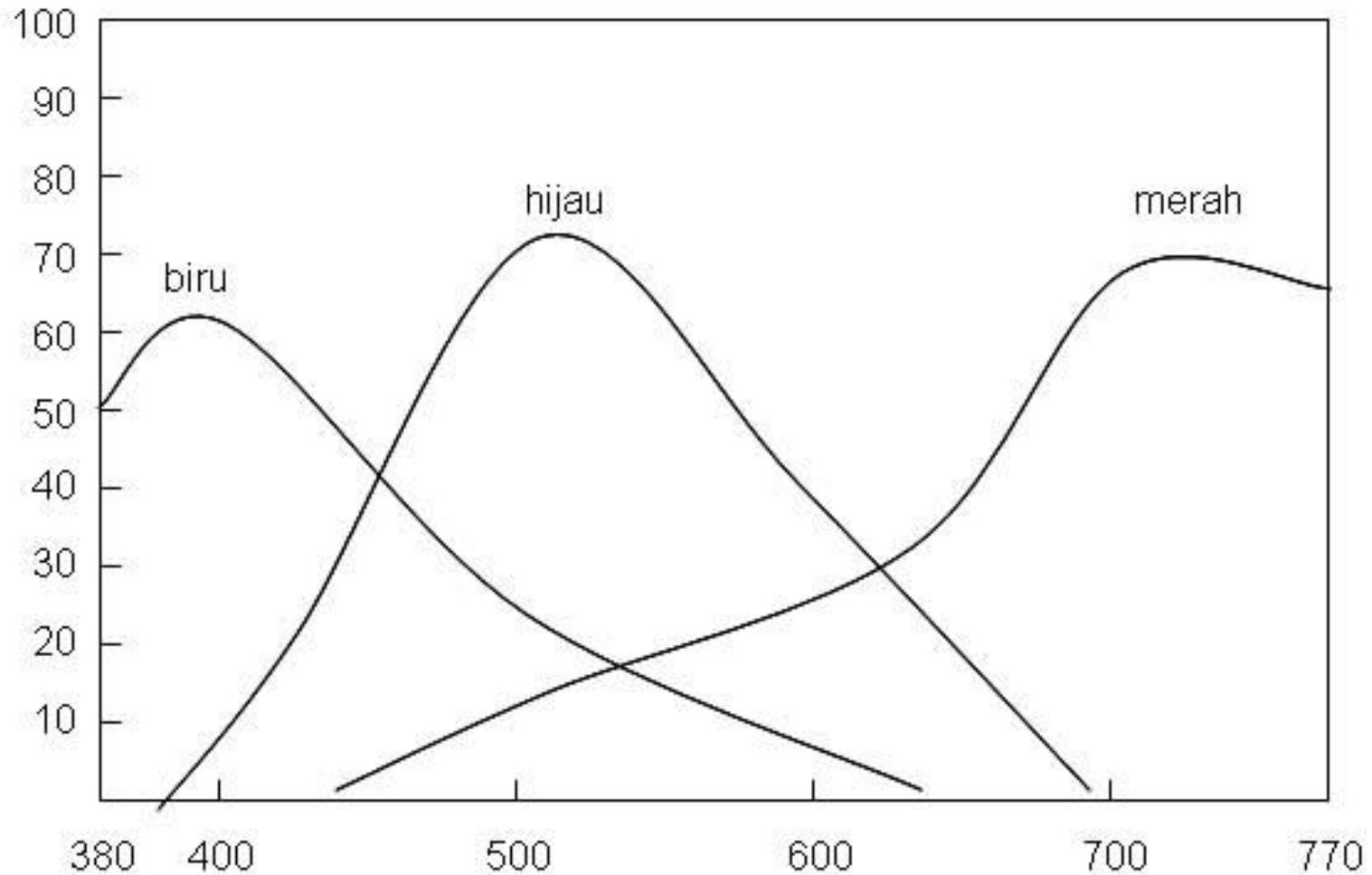


Black

Human Color Vision



Tiga warna kromatis biru, hijau dan merah dengan sinar pantul dominan

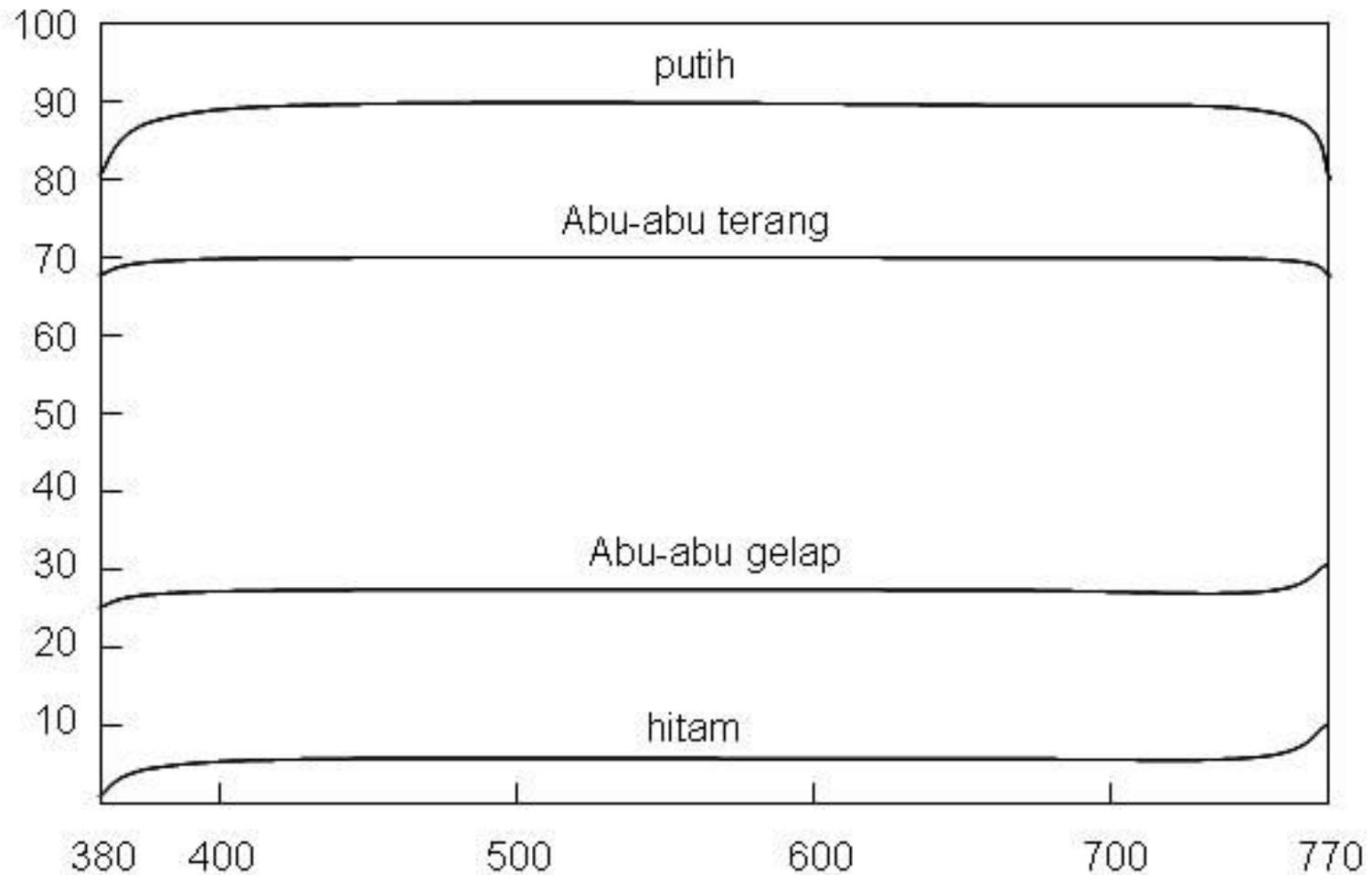




Kita dapat melihat pada photo bahwa warna biru dari langit akan nampak lebih tua (pekat) semakin jauh dari matahari.

Campuran warna putih dengan biru menghasilkan biru yang lebih muda.

Warna akromatis, tidak ada spektrum dominan



- Suatu benda berwarna merah akan menyerap radiasi pada λ 500 nm.

λ (nm)	Warna yang diserap	Warna yang diamati
430	biru violet	kuning
480	biru	jingga
530	hijau	merah ungu
580	kuning	biru violet-biru ungu
610	jingga	biru
680	merah	hijau biru
720	merah ungu	hijau

Contoh

- Warna hijau pada sayuran atau kulit buah diperoleh karena sinar putih yang datang mengenai sayuran atau kulit buah tersebut diserap olehnya dan hanya sinar spektrum dominan dengan panjang gelombang 500-550 nm (hijau) yang dipantulkan yang memberikan persepsi warna hijau.

Sistem Notasi Warna

- Suatu cara sistematis dan objektif untuk menyatakan atau mendeskripsikan suatu jenis warna.
- Warna suatu produk pangan dapat dinyatakan dengan notasi (simbol) huruf dan atau angka.
- Dengan sistem notasi warna, warna yang diinginkan dapat dinyatakan dengan bahasa kuantitatif dan dapat dipahami secara konsisten oleh semua pihak.

Sistem Tristimulus

- Digunakan 3 parameter atau 3 dimensi untuk menyatakan suatu warna benda.
- Sistem yang digunakan:
 - Sistem notasi I.C.I. (*International Commission on Illumination*) atau C.I.E.
 - Sistem notasi Munsell
 - Sistem notasi Hunter

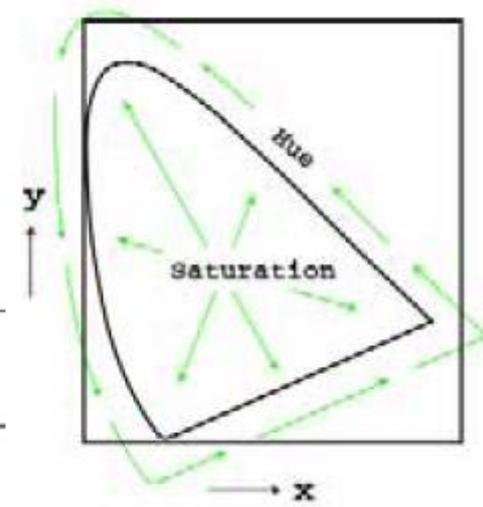
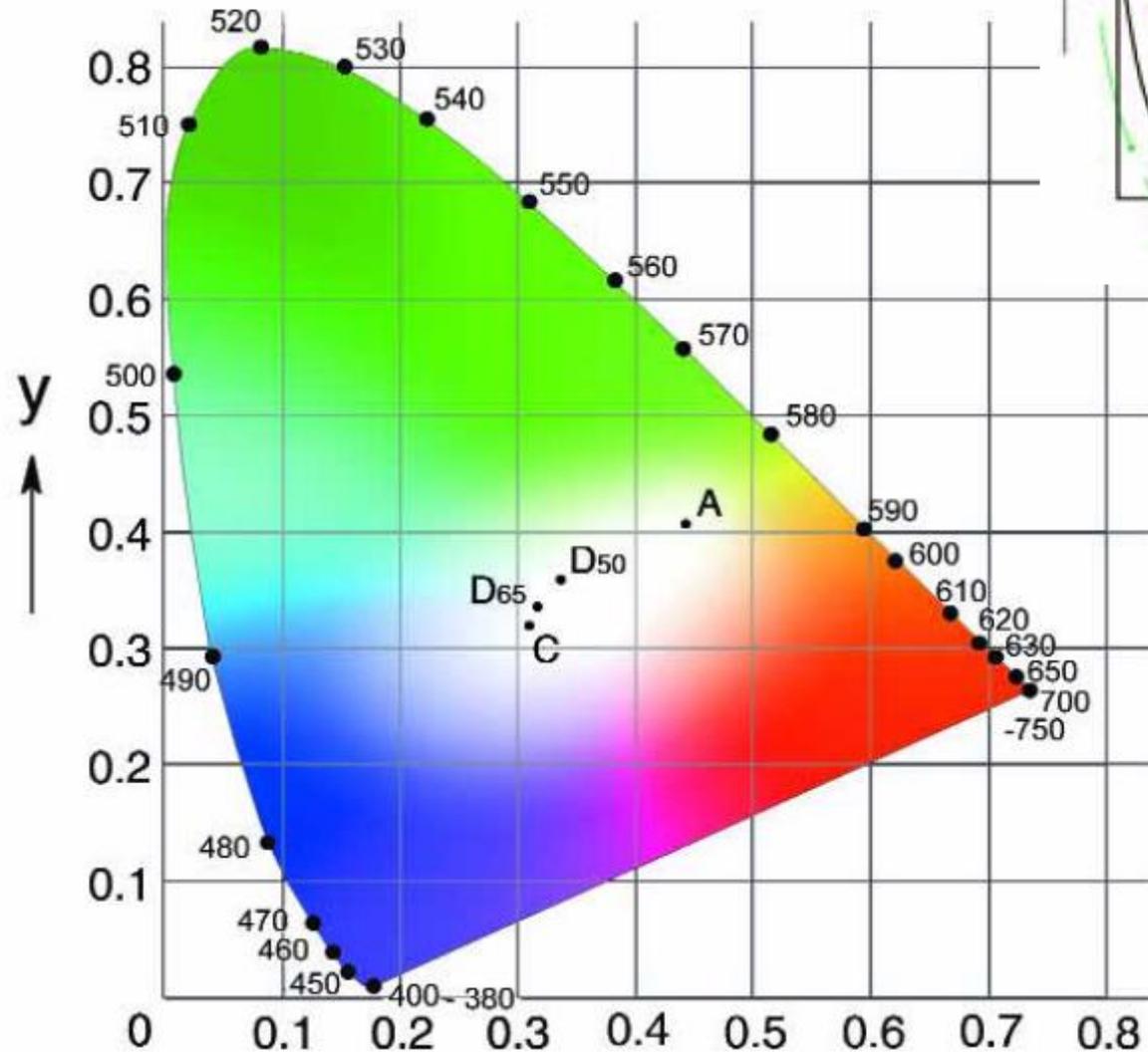
Sistem Notasi I.C.I.

- Dikembangkan oleh *the International Commission on Illumination* (I.C.I.) pada tahun 1931.
- Sering juga disebut sistem C.I.E. (*Commission Internationale de l'Eclairage*).
- Didasarkan pada prinsip bahwa semua jenis warna dapat dibentuk dari 3 warna dasar, yaitu merah ($\lambda=720$ nm), hijau ($\lambda=520$ nm) dan biru ($\lambda=380$ nm).
- Masing-masing warna dasar ini dinyatakan dengan besaran X (merah), Y (hijau) dan Z (biru).
- Tiap warna dapat disajikan dengan 2 parameter yang berkaitan dengan nilai X, Y dan Z.

Sistem Notasi I.C.I.

- Dalam praktek, sistem notasi warna I.C.I. menggunakan peta warna yang terdiri dari dua sumbu koordinat (x, y) .
- Di dalam bidang koordinat tersebut terdapat peta warna monokromatis dan warna-warna campurannya.
- Peta warna ini mempunyai bentuk menyerupai segitiga warna dasar merah, hijau dan biru, sedangkan warna-warna lainnya terletak di sepanjang segitiga di antara ketiga warna dasar tersebut.
- Warna-warna itu makin menipis menuju ke pusat segitiga, sehingga di daerah pusat segitiga warnanya putih. Dalam peta warna ini dapat dicari lokasi warna berdasarkan nilai-nilai besaran x dan y

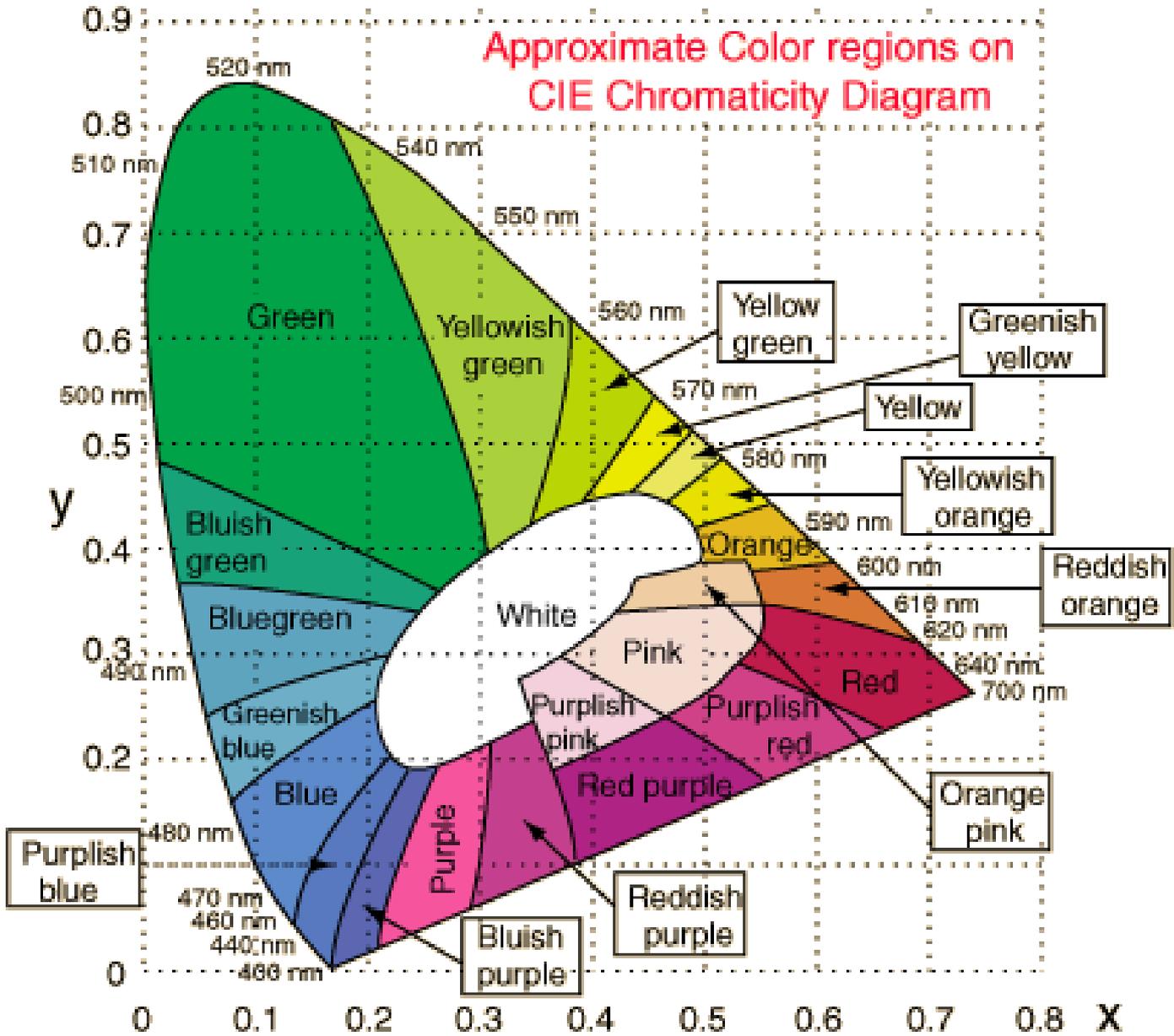
Sistem Notasi I.C.I.



Nilai x dan y

- $x = X / (X + Y + Z)$
- $y = Y / (X + Y + Z)$

Approximate Color regions on CIE Chromaticity Diagram



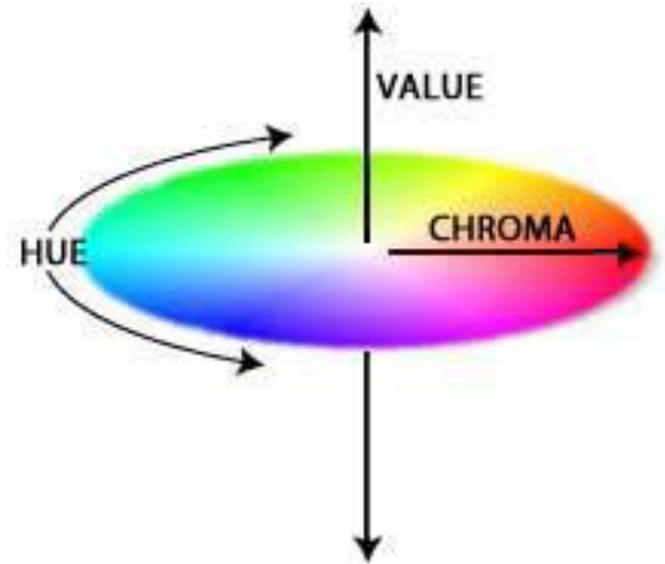
Cara Pengukuran

- X, Y dan Z adalah nilai reflektan total dari pengukuran warna produk yang dianalisa dengan alat *scanning spektrofotometer* menggunakan filter merah (X), hijau (Y) dan biru (Z).
- Dalam mengukur warna berdasarkan sistem I.C.I., warna produk diukur dengan alat tersebut dan di-scanning pada urutan panjang gelombang dari 380 nm hingga 770 nm pada selang 10 nm.

Sistem Notasi Munsel



- Dikembangkan pertama kali oleh Munsel pada tahun 1900-an.
- Pengukuran warna didasarkan pada 3 atribut warna:
 - Warna kromatik (*hue*)
 - Kecerahan (*value*)
 - Intensitas warna (*chroma* atau *saturation*)



Sistem Notasi Munsel



- Intensitas warna dan kecerahan disusun dalam suatu susunan konstruksi berbentuk bola imajiner (bola warna Munsel).
- Bola imajiner Munsel terdiri dari lingkaran-lingkaran warna yang membentang dari sumbu vertikal ke luar secara radial ke permukaan bola.
- Tiap lembar mewakili satu spektrum warna kromatik (*hue*), yang intensitas warnanya (*chroma*) makin menipis ke dalam dan kecerahan (*value*) makin berkurang atau gelap ke bawah.

Bola Imajiner Munsel

- Pada sumbu vertikal bola:
 - Garis lurus yang menyatakan kecerahan (*value*):
 - Nilai ujung bawah hitam bernilai 0
 - Ujung atas putih bernilai 10.

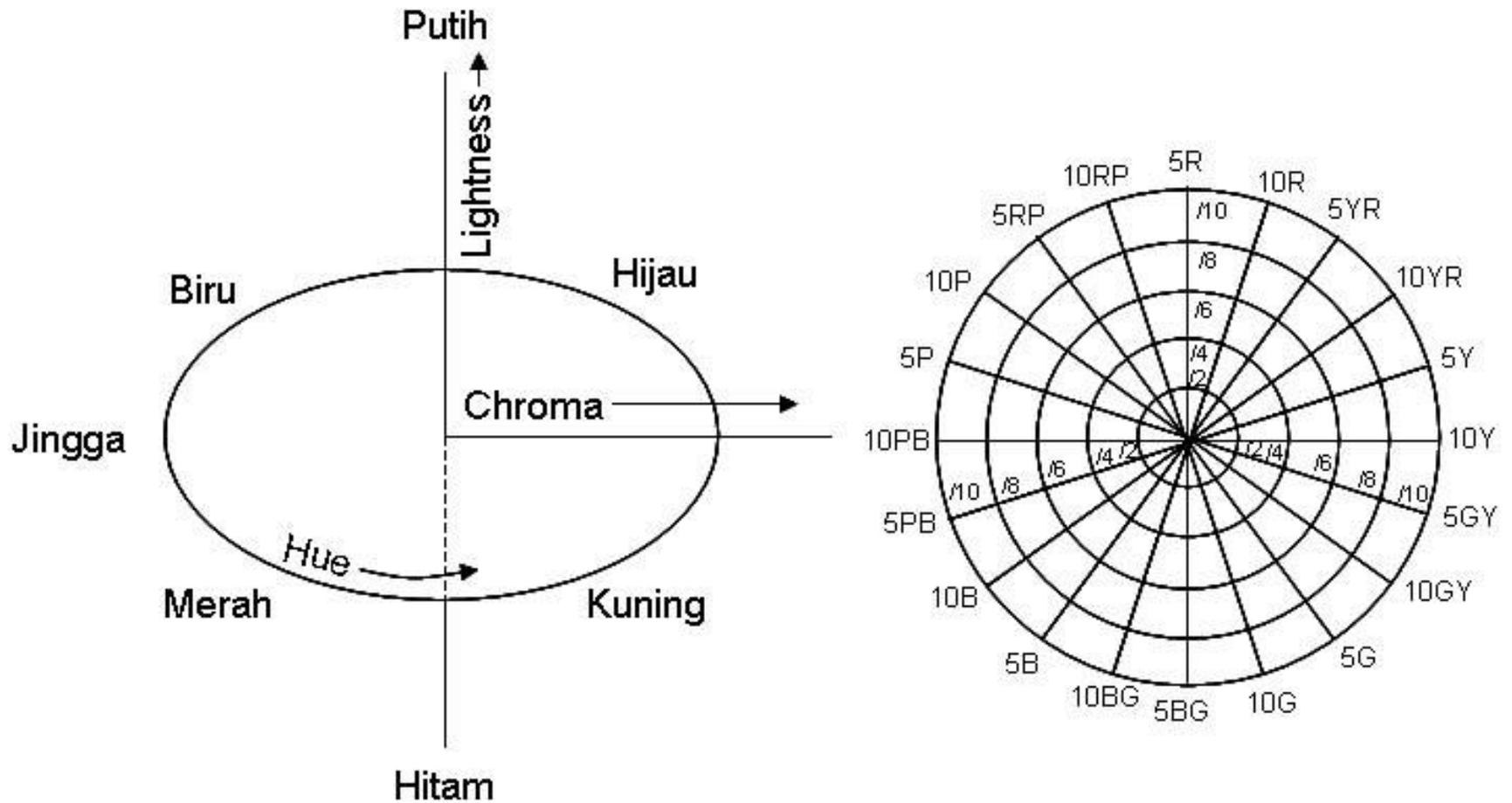
Equal perceptual steps in Hue Saturation Value.

Hue: R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P, RP
(each subdivided into 10)

Value: 0 ... 10 (dark ... pure white)

Chroma: 0 ... 20 (neutral ... saturated)

Notasi Warna Munsell



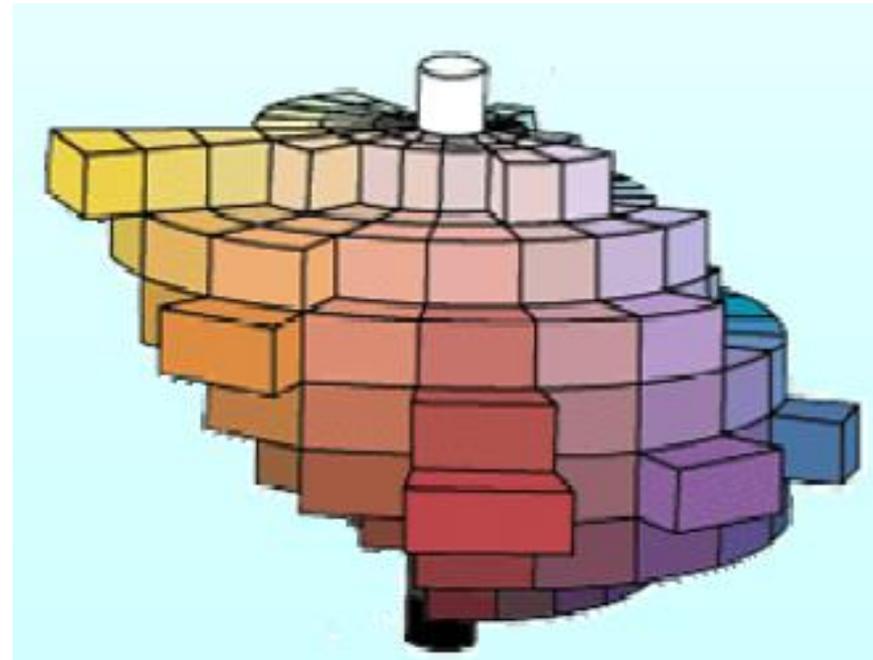
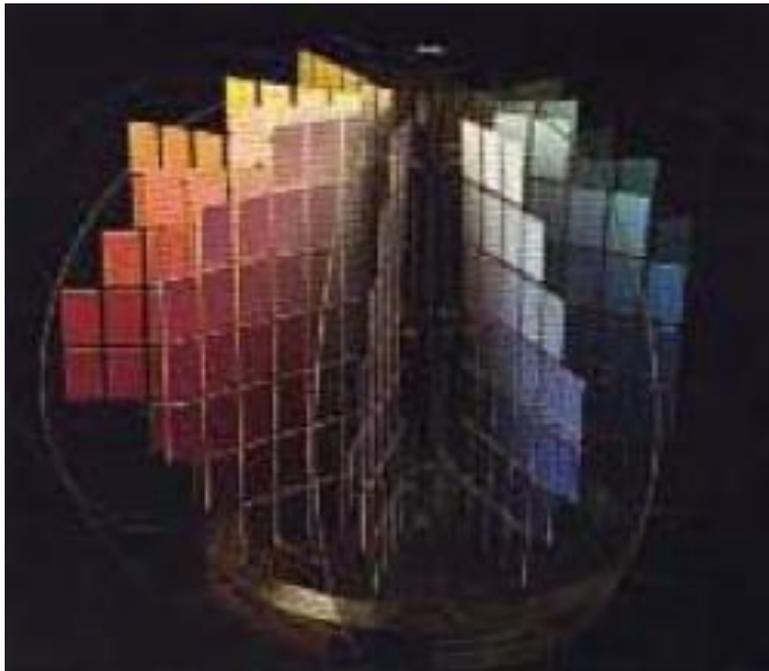
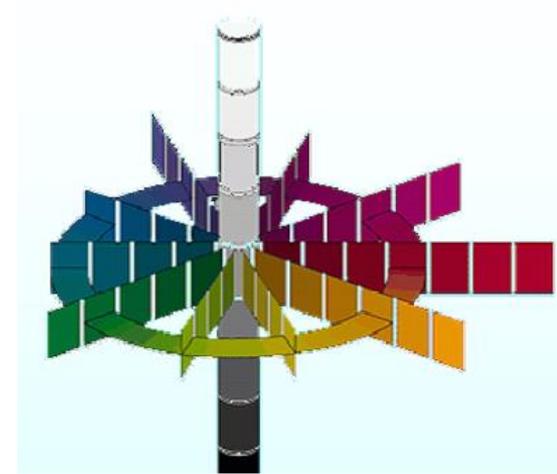
Bola Imajiner Munsell

- Keliling garis ekuator dan garis-garis meridian: menyatakan warna kromatik (*hue*).
 - Dinyatakan dengan notasi huruf dan angka:
 - Notasi huruf: R dan Yr (*red, yellow red*), Y dan Gy (*Yellow, green yellow*), G dan GB (*green, blue green*), B dan Pb (*blue, purple blue*), P dan RP (*purple, red purple*).
 - Notasi angka: skor 0 sampai 10 dengan 5 menyatakan nilai tengah dari jenis warna yang bersangkutan.

Bola Imajiner Munsel

- Garis-garis radius horisontal dari garis sumbu (pusat lingkaran) ke permukaan bola:
 - Intensitas warna (*chroma*):
 - Tidak berwarna bernilai 0 (di sumbu)
 - Warna penuh bernilai 14.
 - Intensitas dinyatakan dengan notasi /0, /2/, /4, /6, /8, /10, /12 dan /14, yang dimulai dari pusat lingkaran menuju ke permukaan lingkaran.

MUNSEL BOOK OF COLOR



Contoh

- Warna benda dengan notasi 5R 4/12:
 - Memiliki nilai *hue* 5R (artinya berwarna merah cerah), nilai *value* 4 (artinya kecerahannya abu-abu) dan nilai *chroma* 12 (artinya intensitas warna merahnya sangat kuat/tajam).
- Warna benda dengan notasi 10 RP 8/10:
 - Memiliki nilai *hue* 10RP (artinya berwarna antara merah dan merah ungu), nilai *value* 8 (artinya cerah cemerlang), dan *chroma* 10 (artinya warnanya tajam sekali).
- Warna benda dengan notasi 5R3/14 : merah, value 3, chroma = 14 → merah, tidak terlalu terang tetapi tajam

Sistem Notasi Hunter

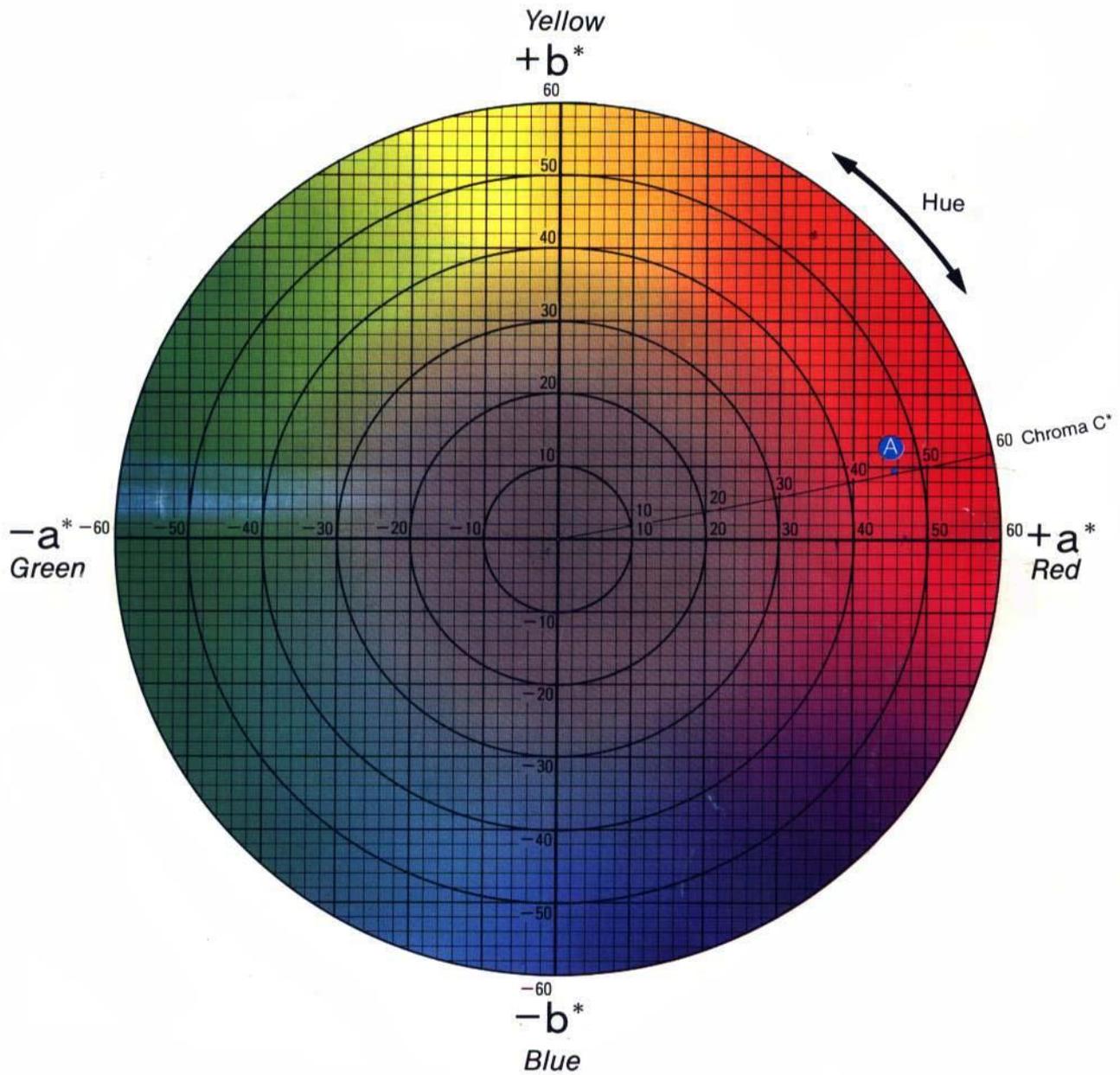
- Dikembangkan oleh Hunter tahun 1952.
- Dicitrakan dengan 3 parameter warna:
 - Warna kromatik (hue): a^*
 - Intensitas warna: b^*
 - Kecerahan: L^* .

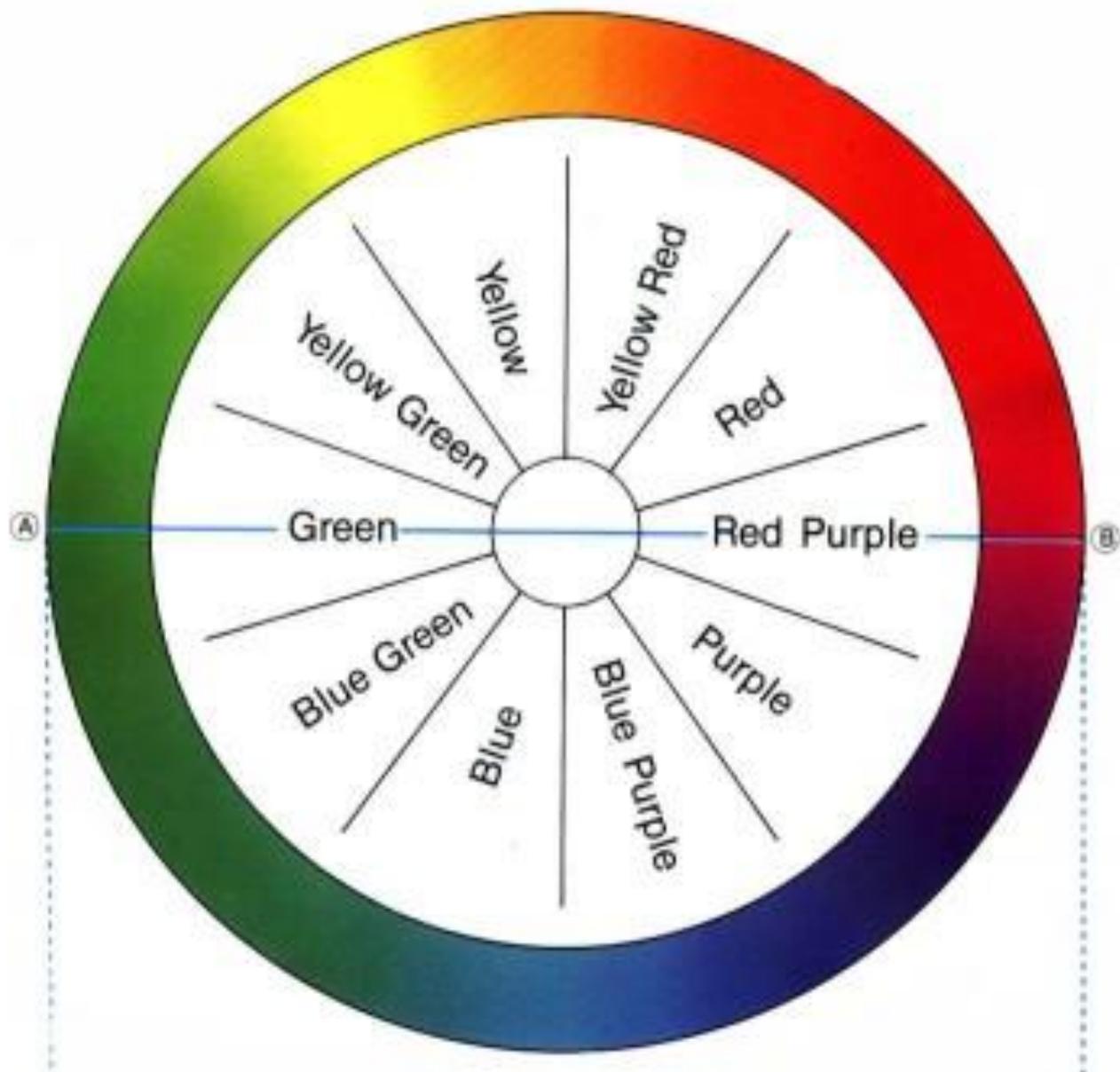
Keuntungan

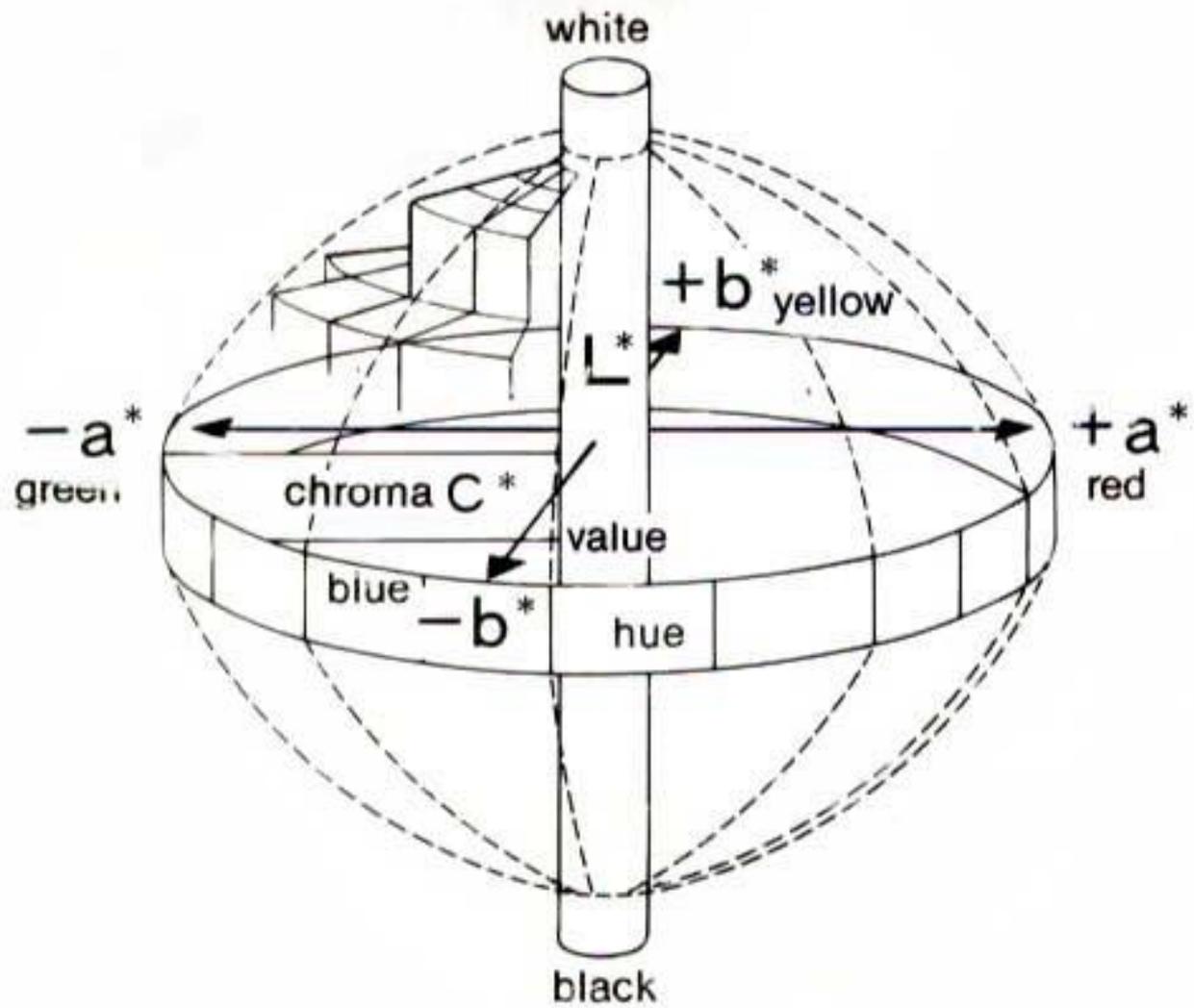
- Pengukuran dapat dilakukan secara obyektif
- Prosedur pengukuran cepat dan mudah
- Notasinya dapat diterjemahkan atau dikonversikan dengan sistem notasi lain, seperti I.C.I
- Alat pengukur warna relatif sederhana sehingga harganya relatif rendah.

Sistem Notasi Hunter

- **Notasi L^* : 0 (hitam); 100 (putih)**
 - Menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam.
- **Notasi a^* : warna kromatik campuran merah-hijau dengan**
 - Nilai $+a^*$ (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai $-a^*$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau.
- **Notasi b^* : warna kromatik campuran biru-kuning dengan**
 - Nilai $+b^*$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning
 - Nilai $-b^*$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru







Hubungan Notasi Hunter - CIE

$$L = 10Y^{1/2}$$

$$a = 17.5(1.02X - Y) / Y^{1/2}$$

$$b = 70(Y - 0.847Z) / Y^{1/2}$$

COLOR DIFFERENCE

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Lightness difference :

$$\Delta L = L \text{ sample} - L \text{ standard}$$

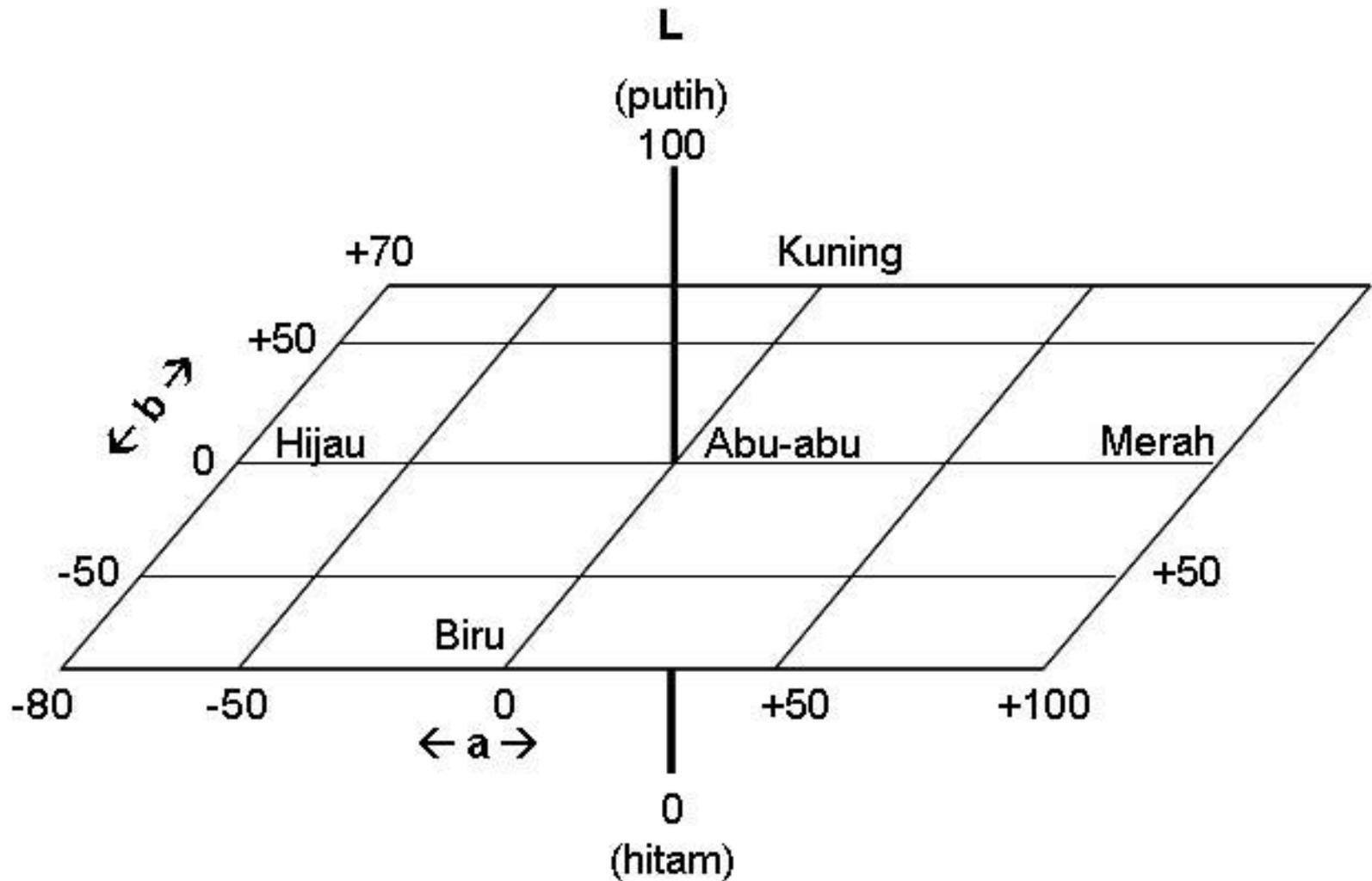
Chroma difference:

$$\Delta C = C \text{ sample} - C \text{ standard}$$

Hue difference :

$$\Delta H = [(\Delta E)^2 - (\Delta L)^2 - (\Delta C)^2]^{1/2}$$

Sistem Notasi Hunter



Prinsip Pengukuran

- Alat colorimeter
- Didasarkan pada pengukuran secara langsung nilai L^* , a^* dan b^* dari contoh.
- Biasanya dibandingkan dengan warna standar, dimana perbedaan antara warna contoh dengan standar dinyatakan dengan simbol Δ .

Hunterlab Colorimeter

HunterLab Spectrophotometer Systems



MiniScan[®] EZ



ColorFlex[®] EZ

Agera[®]



UltraScan[®] VIS



Vista[®]



UltraScan[®] PRO



Aeros[®]



Prinsip Pengukuran

- **Bila ΔL^* bernilai positif**: Contoh lebih putih dibandingkan standar, sedangkan **bila bernilai negatif** artinya contoh lebih gelap dibandingkan standar.
- **Bila Δa^* positif**: artinya contoh lebih merah dibandingkan dengan standar, sedangkan **bila Δa^* negatif** artinya contoh lebih hijau dibandingkan standar.
- **Bila Δb^* bernilai positif**, Contoh lebih kuning dibandingkan standar, dan **Δb^* bernilai negatif** artinya contoh lebih biru dibandingkan standar.

Colour Differences

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b^2)]^{1/2}$$



Flower A: $L^* = 52.99$ $a^* = 8.82$ $b^* = 54.53$



Flower C: $L^* = 64.09$ $a^* = 2.72$ $b^* = 49.28$

$$\Delta L^* = +11.10, \Delta a^* = -6.10, \Delta b^* = -5.25$$

$$\Delta E^*_{ab} = [(+11.1)^2 + (-6.1)^2 + (-5.25)^2]^{1/2}$$

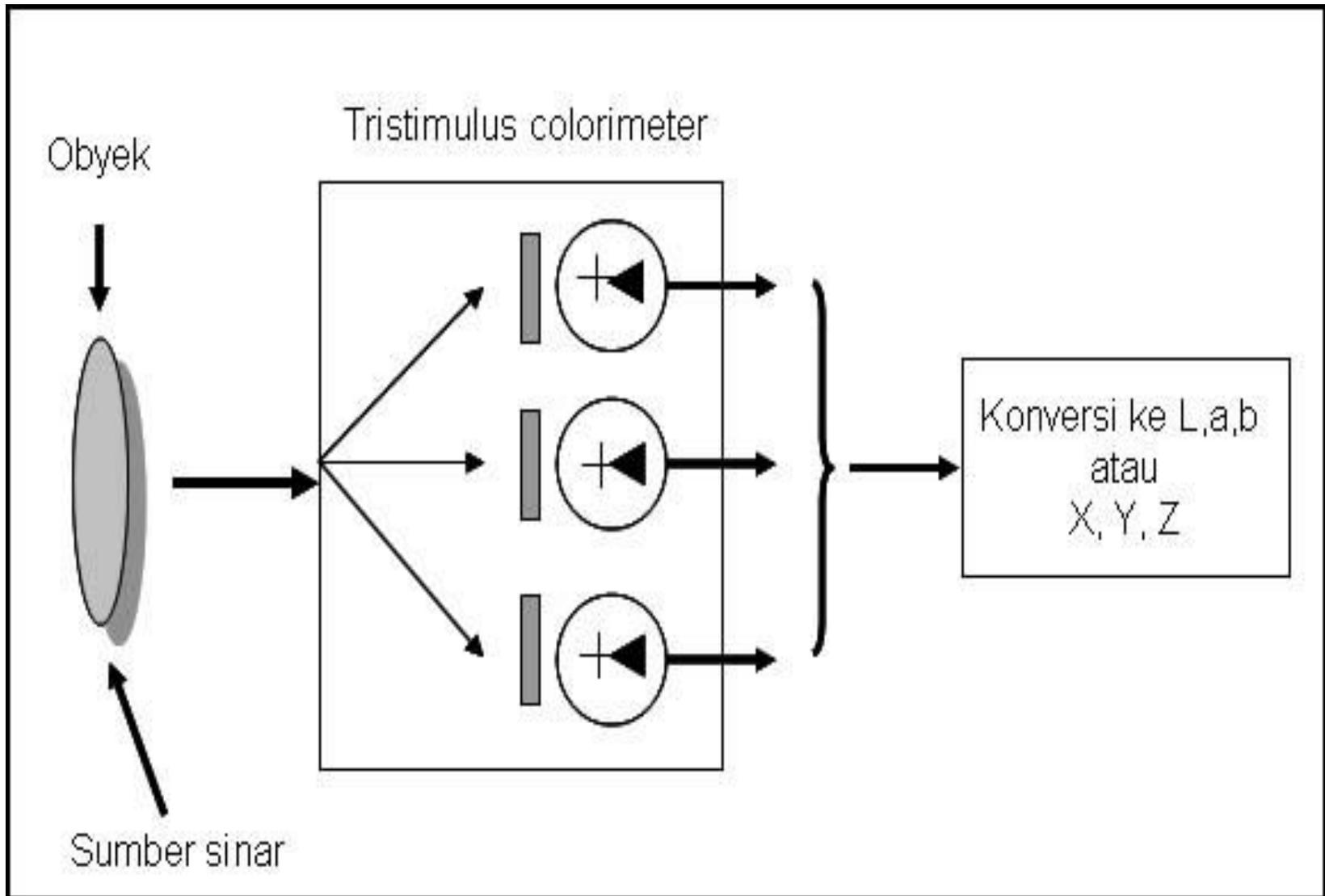
$$\Delta E^*_{ab} = 13.71$$

Prinsip Pengukuran

- Perbedaan nilai L^* , a^* dan b^* dibandingkan dengan standar dapat dinyatakan dengan satu nilai, yaitu ΔE^* . Semakin besar nilai ΔE , semakin besar perbedaan warna dengan standar.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})}$$

Prinsip kerja HunterLab Colorimeter



Derajat putih

- Dengan menggunakan data L^* , a^* dan b^* , dapat juga dihitung derajat putih (tingkat keputihan) dari benda dengan menggunakan persamaan 7.7. Derajat putih ini berguna misalnya untuk menentukan tingkat keputihan dari tepung.

$$\text{Derajat Putih (WI)} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

Plot nilai L^* , a^* dan b^* dari pigmen berwarna merah pada berbagai konsentrasi

