

BIOSENSOR u BIOTEK 2010

EKOSARI R

Pengertian

- Biosensor adalah alat pendeteksi/penyelidik yang menggabungkan komponen biologis (mis.mikroba, jaringan, sel, bakteri, protein, enzim, antibodi) dan elektronis untuk menghasilkan sinyal yang terukur, yg dapat mendeteksi, mencatat, dan mengirimkan informasi secara cepat;

Definisi klasik

(hingga sekitar pertengahan dekade 90an)

- Biosensor, didefinisikan sebagai suatu perangkat/instrumen analitik yang menggunakan biomolekul seperti mikroba, jaringan, sel, protein, enzim, antibodi, dan DNA untuk melakukan pengenalan/deteksi/rekognisi pada suatu zat (bio) kimia tertentu, yang kemudian adanya perubahan sifat fisika-kimia pada biomolekul tsb dapat merepresentasikan informasi yang ditransduksikan dengan transduser fisis menjadi besaran elektronik untuk bisa diolah selanjutnya.

Fungsi

Fungsi untuk mendeteksi atau memonitor kondisi berbagai hal.

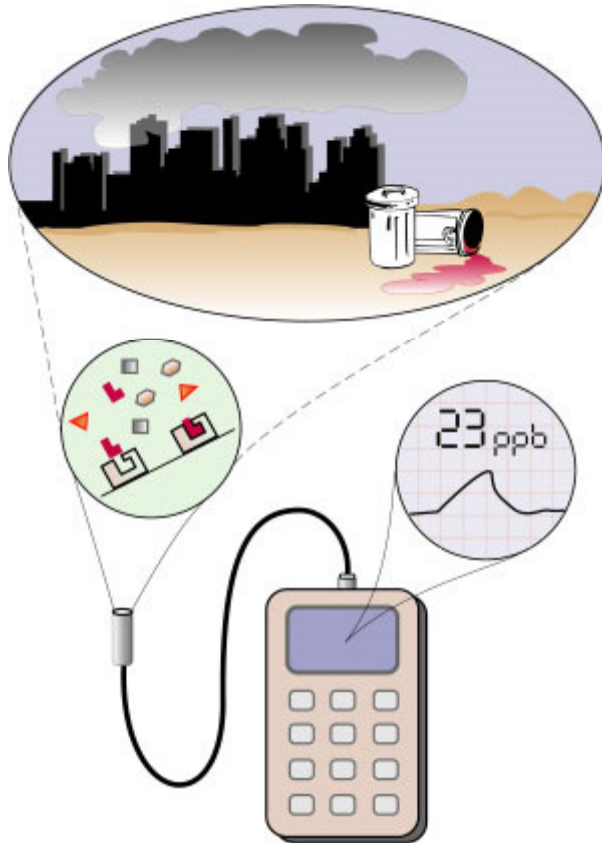
- Mengukur tingkat keasaman (pH)
- Kontrol polusi
- Mendeteksi & mengukur kadar mikroba/zat kimia berbahaya tertentu, toksik di udara, air, dan tanah; mis.pestisida
- Penentuan BOD (biological oxygen demand)
- Mengontrol kualitas tanah.
- Mendeteksi kebocoran, menentukan lokasi deposit minyak.
- Mengecek kualitas udara di ruangan.
- Penentuan degradasi seperti biodegradable pada kayu dan makanan.
- Mengontrol kualitas makanan (mendeteksi kontaminasi mikroba, menentukan kesegaran, analisis lemak, protein dan karbohidrat dalam makanan.
- Penentuan parameter kualitas pada susu
- Mendeteksi & mengukur : kadar glukosa, kolesterol, tekanan darah, flu dll
- Diagnosis untuk : obat, metabolit, enzim, vitamin
- Penyakit infeksi, alergi.
- Studi efisiensi obat

Others examples are

- Glucose monitoring in diabetes patients <-- historical market driver
- Other medical health related targets
- Environmental applications e.g. the detection of [pesticides](#) and river water contaminants
- Remote sensing of airborne [bacteria](#) e.g. in counter-bioterrorist activities
- Detection of pathogens
- Determining levels of toxic substances before and after [bioremediation](#)
- Detection and determining of [organophosphate](#)
- Routine analytical measurement of [folic acid](#), [biotin](#), [vitamin B12](#) and [pantothenic acid](#) as an alternative to [microbiological assay](#)
- Determination of drug residues in food, such as [antibiotics](#) and [growth promoters](#), particularly meat and honey.
- Drug discovery and evaluation of biological activity of new compounds.
- Protein engineering in biosensors
Detection of toxic metabolites such as [mycotoxins](#)

Contoh fungsi/aplikasi biosensor

Biosensor untuk polutan udara



Dental_Piezoelectric_Ultrasonic_Scaler_Cavitron

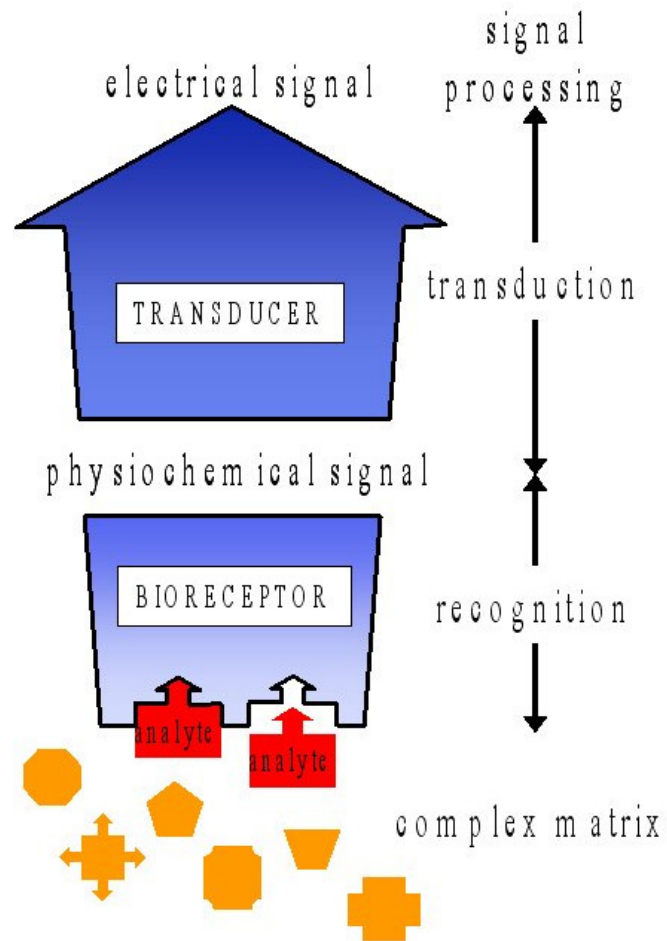


<http://www.epa.gov/heads/edrb/image/cover1.jpg>

- Biosensor bersifat spesifik, karena bioreseptornya spesifik hanya klop/cocok untuk suatu substansi/zat/mol yang spesifik.
- Biosensor ada berbagai macam ukuran dan bentuk; biasanya didesain portabel untuk penggunaan lapang secara efisien

Komponen Dasar Biosensor

- BIORESEPTOR, merupakan komponen biologis yang peka, yang dibuat dengan teknis biologis. Misalnya jaringan, mikroba, organel, sel , protein, [enzymes](#) , [antibodies](#) , [nucleic acids](#) dll.
- TRANSDUSER, merupakan komponen/elemen pendeteksi/detektor, yang bekerja secara fisikokimia, piezoelektronik, optik, elektrokimia, dll., yang mengubah sinyal yang dihasilkan dari interaksi antara analit dengan bioreseptor menjadi sinyal lain (yaitu, transduser) yang dapat lebih mudah diukur dan dihitung.
- Elemen elektronik prosesor sinyal yang terutama bertanggung jawab untuk menampilkan hasil yg mudah dibaca/dipahami.



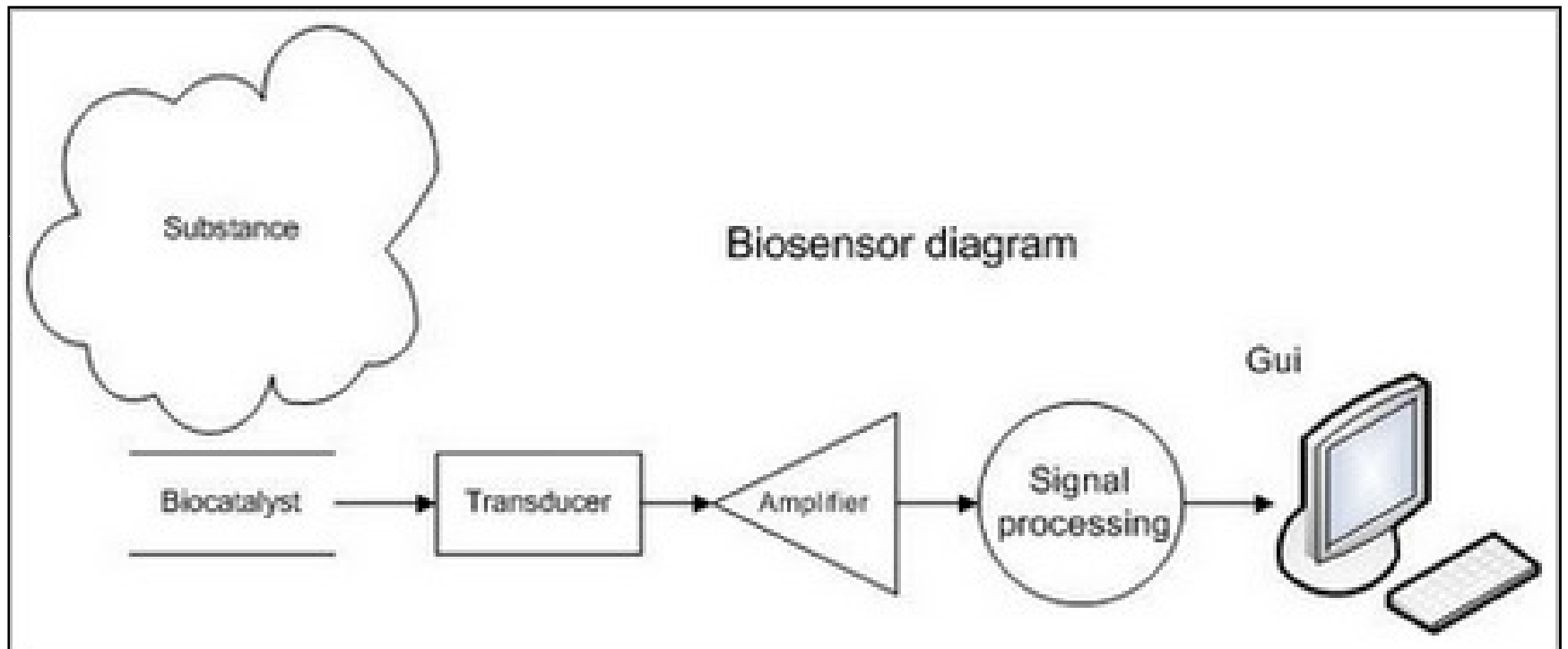
- Bioreseptor/Biokatalis
- Transduser
- Prosesor/Sinyalelektronik/Amplifier

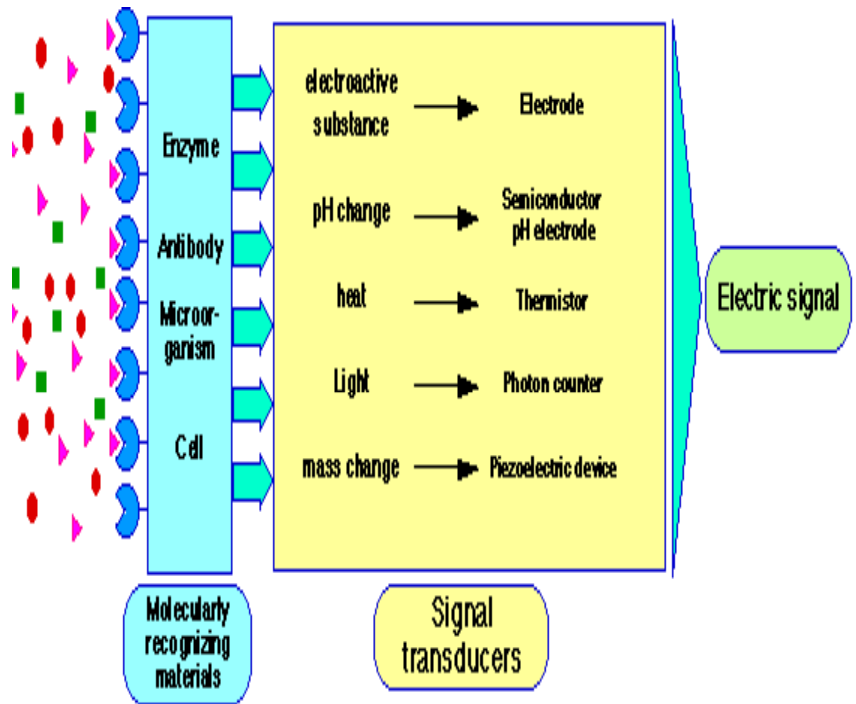
<http://www.karstenfaehnrich.de/Biosensors/biosensors.htm> (kanan)

Prinsip kerja

- Biokatalis/bioreseptor/senyawa aktif biologi akan berinteraksi dengan substansi/zat kimia yang akan dideteksi (sampel analit/molekul target).
- Hasil interaksi yang berupa besaran fisik seperti panas, arus listrik, potensial listrik atau lainnya akan dimonitor oleh transduser.
- Besaran tersebut kemudian diproses sebagai sinyal sehingga diperoleh hasil yang dapat dipahami pada suatu layar monitor/recorder/komputer.

Sketsa biosensor





- Bioreseptor/Biokatalis
- Transduser
- Prosesor/Sinyalelektronik/Amplifier

Principle of Biosensors

BIORESEPTOR

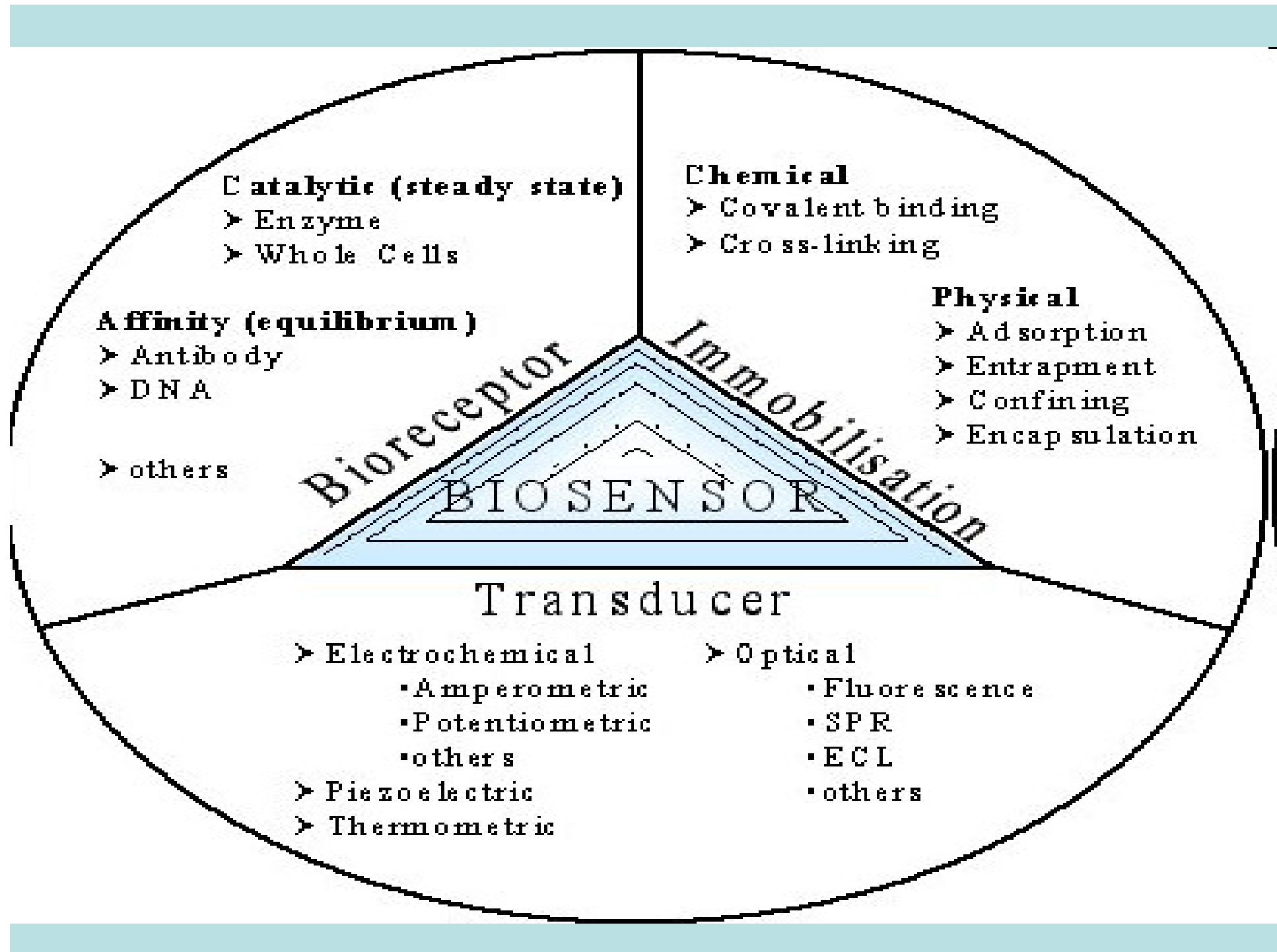
- Komponen biologis sebagai bioresseptor bisa berupa jaringan, mikroba, organel, sel, protein, enzim, antibodi, asam nukleat dll.
- Biasanya dalam bentuk terimmobilisasi pada suatu transduser.
- Immobilisasi bisa dilakukan dengan
 - (1) adsorpsi fisik,
 - (2) menggunakan membran atau perangkap matriks
 - (3) membuat ikatan kovalen antara biomolekul dengan transduser.

Bioreseptor Enzim

- Enzim adalah biomolekul yang sering digunakan sebagai Bioreseptor pada Biosensor.
- Prinsip penggunaan enzim adalah dengan memanfaatkan reaksi katalitiknya, dan mendeteksi reaksi tersebut.
- Jika reaksinya adalah **reaksi reduksi-oksidasi**, maka ada elektron yang dihasilkan yang bisa dideteksi dengan **metode elektrokimia** seperti Amperometry, Voltametry dan lain-lain.
- Jika reaksinya menghasilkan **H₂, O₂** atau **ion K⁺**, dan lain-lain, maka bisa dideteksi dengan **Ion-Selective Electrode**.

Transduser

- Transduser elektrokimia, optoelektronik, kristal piezoelektronik, *field effect* transistor dan temistor.
- Proses yang terjadi dalam transduser dapat berupa *calorimetric* biosensor, potentiometric biosensor, *amperometric* biosensor, *optical* biosensor maupun *piezo-electric* biosensor.
- Sinyal yang keluar dari transduser ini kemudian di proses dalam suatu sistem elektronik misalnya *recorder* atau komputer.



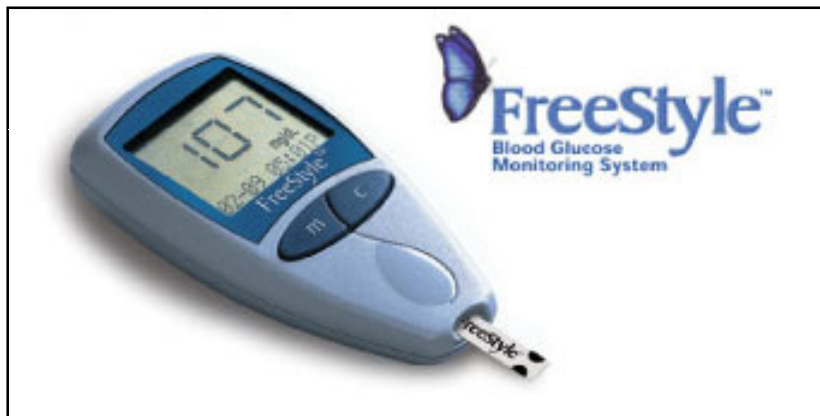
Keunggulan

- Accuracy/Precision
- Sensitivity
- Specificity
- Simplicity
- Continuous

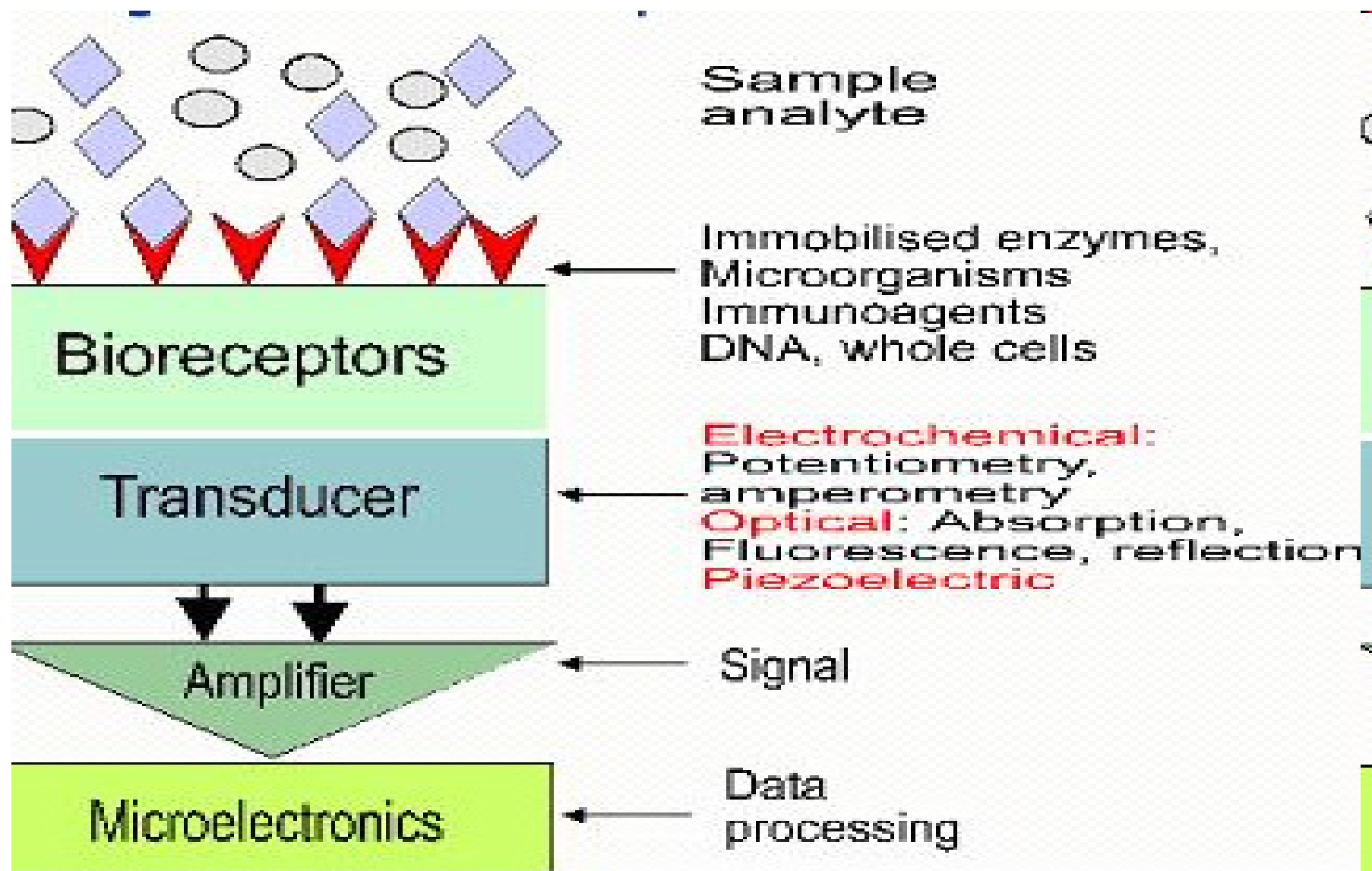
Biosensor Pertama

- The first biosensor was described by **Clark and Lyons in 1962.**
- A Clark oxygen electrode was combined with the enzyme glucose oxidase to monitor glucose levels.
- Biosensor glukosa yang pertama kali dijual kepada masyarakat bernama *Glucose Analyzer Model 23* pada tahun 1974 oleh perusahaan elektronik bernama *Yellow Spring Instrument (YSI)*. Perusahaan ini pula yang mengembangkan rangkaian elektronik untuk menjadikan biosensor glukosa buatan *Clark* ini menjadi peranti yang kompak → test pack.

Biosensor kadar gula darah



- Molekul glukosa yang dioksidasi oleh enzim *glucose oxidase* GOD menghasilkan elektron yang ditangkap oleh elektroda sehingga kadar glukosa berbanding lurus dengan sinyal elektronik yang diterima.
- Data yang dihasilkan adalah ukuran kadar glukosa.
- Disini, yang termasuk transducer adalah electrode; sedang enzyme sebagai bioreseptor atau komponen biologis aktif.



Gabungan biosensor & bioinformatika

- Bioinformatika merupakan penggunaan IT untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan Biologi Molekular.
- Eksperimen biologi molekular telah mengumpulkan banyak sekali data ekspresi genetik, -dalam konteks kedokteran-, diambil dari sampel pasien.
- Data tersebut perlu diolah dengan Bioinformatika menjadi informasi yang berguna, misalnya untuk keperluan diagnostik dan terapi terhadap penyakit
- Salah satu aplikasi konkrit dari bioinformatika adalah desain primer untuk mendeteksi keberadaan mikroba patogen, desain primer untuk mendeteksi kelainan genetik (uji genetik) dan desain vaksin untuk mencegah berbagai penyakit. Software yang digunakan pada umumnya bersifat open source, seperti Bioedit, Clustal, Deep-View, Pymol, dan Treeview32.

DNA biosensor--BIOCHIP

- DNA based biosensors have recently gained much importance for detection of target genes responsible for diseases, in food industry, environment and in agriculture.
- This article describes different types of DNA based biosensors, their advantages and basic principle of operating system.
- The DNA biosensors provide fast, simple, economical, sensitive and selective detection of target genes by hybridization with specific probe.
- Various new strategies for DNA based biosensors have described along with recent trends and challenges in development of technology. Electrochemical biosensor has more advantages due to electrochemical behaviour of the labels towards the hybridization reaction on electrode surface or in solution in the presence of redox indicators. PCR free DNA biochip is emerging new tools in the field of diagnosis.

- Pada biosensor untuk uji genetis, yang ditautkan ke sistim elektronik bukanlah enzim, namun DNA template yang ditemukan secara komputasi. Sistim biosensor ini disebut juga sebagai DNA Biochips.
- IT berperan sangat kuat dalam pencetakan DNA Biochips.
- Pada praktik IT sehari-hari, digunakan program pengolah kata, dan kemudian dokumen hasil pengolahan tersebut di print, maka pencetakan DNA Biochips juga serupa. Ada aplikasi yang bertugas untuk mendesain model DNA biochips secara komputasi, dan ada printer khusus untuk mencetak DNA biochips.

Contoh

Prinsip sederhana DNA biochips

- Dokter akan menggunakan DNA biochips secara langsung untuk mendeteksi kelainan genetik pada pasien.
- Sampel darah diambil dari pasien secara langsung, dan ditorehkan pada DNA biochips.
- Lalu chips tersebut akan dimasukkan ke dalam scanner yang terhubung dengan komputer, untuk mendeteksi kelainan genetik yang terjadi.
- Ada aplikasi yang bertugas untuk membaca DNA biochips yang telah tertoreh sampel darah.
- Jika conserve region dari DNA sampel sama dengan DNA template, maka bisa dipastikan terjadi kelainan genetik.

- **BPPT Kembangkan Biosensor Untuk Industri Nasional (Kamis, 03 September 2009)**
- Pusat Teknologi Farmasi dan Medika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, mengembangkan berbagai macam **biosensor diagnostik sindrom metabolik** sekali pakai. Biosensor racikan sendiri dengan muatan bahan dan teknologi lokal itu jauh lebih murah daripada yang selama ini diimpor.

Contoh produk komersial yg ada berbasis immunoassay test strip

- Test pack/strip untuk kadar glukosa, uji kehamilan, tekanan darah
- Detektor flu burung dsb
- Pembalut deteksi kondisi aerasi lingk.mikro