

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Polimer

Polimer merupakan senyawa-senyawa yang tersusun dari molekul sangat besar yang terbentuk oleh penggabungan berulang dari banyak molekul kecil. Molekul yang kecil disebut monomer, dapat terdiri dari satu jenis maupun beberapa jenis. Polimer adalah sebuah molekul panjang yang mengandung rantai-rantai atom yang dipadukan melalui ikatan kovalen yang terbentuk melalui proses polimerisasi dimana molekul monomer bereaksi bersama-sama secara kimiawi untuk membentuk suatu rantai linier atau jaringan tiga dimensi dari rantai polimer. Karakteristik utama dari rantai tersebut adalah ikatan kimia yang kuat dan arahnya sepanjang rantai, tetapi rantai tersebut sisi-sisinya hanya diikat oleh ikatan lemah van der Waals atau biasanya disebut ikatan hydrogen. Macam-macam ikatan dalam rantai polimer yang panjang dan fleksibel antara lain: *Polyethylene*, *polystyrene*, *poly (methyl methacrylate)*, *poly (oxyethylene)*, *poly (dimethyl siloxane)*. (Atkins, P. W., 1990)

Polimer didefinisikan sebagai makromolekul yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana yang setara dengan monomer, yaitu bahan pembuat polimer. Akibatnya, molekul-molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. Hal inilah yang menyebabkan polimer memperlihatkan sifat sangat berbeda dari molekul-molekul biasa meskipun susunan molekulnya sama. Proses pembentukan polimer dari monomernya disebut dengan polimerisasi. Polimerisasi tersebut akan menghasilkan polimer dengan jumlah susunan ulang yang tertentu. Jumlah susunan ulang pada hasil proses polimerisasi dikenal sebagai derajat polimerisasi. (Elias, H.-G., 1987)

Kata polimer pertama kali digunakan oleh Berzelius pada 1827. Tetapi konsep polimer sebagai molekul dengan berat molekul yang tinggi (sedikitnya puluhan ribu) pertama kali dikenalkan oleh ilmuwan Jerman Herman Staudinger hampir seabad lalu (pada 1920), dimana pada saat itu banyak mendapat kritikan dari ilmuwan lain. Pada umumnya polimer dikenal sebagai materi yang bersifat non-konduktif atau isolator. Kemajuan dalam riset polimer telah menemukan berbagai polimer yang bersifat konduktif maupun semikonduktif. (Jiri Janata And Mira Josowicz, 2002)

2.2 Komposit

Bahan komposit diartikan sebagai gabungan dari 2 material atau lebih yang berbeda sifatnya dan akan membentuk sifat fisis yang baru. Komposit bisa berupa gabungan antara logam-keramik, polimer-karbon, logam-logam, dll. Pembuatan bahan komposit didasarkan beberapa kelemahan bahan secara konvensional, keterbatasan jumlah dan faktor biaya, sehingga pembuatan komposit diupayakan sebagai alternatif yang dapat menggantikannya, karena telah diketahui bahwa sifat bahan komposit merupakan paduan dari sifat-sifat bahan penyusunnya yang berbeda dari sifat aslinya.

Pada umumnya komposit terdiri dari 2 bagian besar bahan dasar, yaitu matriks dan filler, yang mana antara keduanya terjadi ikatan antara permukaan, sehingga secara keseluruhan bahan komposit berbeda dengan kedua bahan pembentuknya. Seperti dari bahan komposit dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Komposit merupakan sebuah sistem kesatuan, sehingga di samping bahan pembentuk yang berpengaruh (seperti geometri dan bentuk filler), ukuran dan distribusi juga sangat mempengaruhi kinerja dan kualitas dari bahan komposit. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka luas kontak permukaan partikel semakin besar, sehingga kualitas ikatannya akan semakin baik. Syarat utama terbentuknya bahan komposit adalah adanya ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan ini terjadi karena adanya gaya adhesi-koheisi. Adhesi merupakan interaksi antar partikel heterogen atau antara partikel dan substrat lain, sedangkan koheisi merupakan interaksi antar partikel homogen. (Mac Diarmid A G and Epstein A J., 1994)

2.3 Komposit Polimer-Karbon

Polimer merupakan molekul dasar yang terdiri dari sejumlah besar satuan molekul sederhana yang tersusun secara berulang. Walaupun semula teknologi polimer berkembang terlambat, tetapi saat ini polimer termasuk salah satu materi berteknologi tinggi yang sedang giat dikembangkan. Perkembangan polimer paling menonjol adalah setelah ditemukan komposit polimer-karbon. Material jenis baru yang bersifat konduktif ini dapat disebut gabungan sifat-sifat elektrik dan optik semikonduktor anorganik dengan polimer yang memiliki kelenturan mekanis.

Tidak semua polimer dapat menjadi konduktif. Hanya polimer terkonjugasi (ikatan pada rantai berupa ikatan tunggal dan rangkap yang berposisi berselang-seling) yang bisa menjadi konduktor.

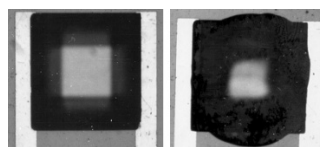
Peranan atom atau molekul doping adalah menghasilkan cacat dalam rantai polimer tersebut (cacat struktur). Cacat inilah yang berperan dalam penghantaran listrik. Cacat dapat bermuatan positif, negative, atau netral. Secara fisika kuantum, cacat berperilaku seolah-olah sebagai partikel. Tiga jenis cacat yang dapat muncul, yang dinamai soliton, polaron dan bipolaron. (Hua Bai and Gaoquan Shi, 2006)

Cacat dapat berpindah sepanjang rantai, sehingga menimbulkan aliran muatan. Elektron atau hole juga dapat meloncat dari satu posisi cacat ke posisi cacat yang lain (cacat tidak berpindah), sehingga timbul pula aliran listrik. Jumlah cacat bertambah dengan penambahan jumlah atom dopan yang terlalu banyak dapat menurunkan sifat mekanik polimer. (Elias, H.-G, 1987)

2.4 Sensor Komposit Polimer-Karbon

Sensor komposit polimer-karbon dibuat dari campuran polimer dengan karbon aktif. Sensor komposit polimer-karbon mampu merespon rangsangan yang berasal dari berbagai senyawa kimia atau reaksi kimia. Saat campuran dipapar dengan uap bahan kimia, maka uap bahan kimia akan mengenai permukaan polimer dan berdifusi ke campuran bahan polimer dengan karbon dan menyebabkan ukuran permukaan polimer bertambah luas karena adanya efek 'swelling' atau efek mengembang jika terkena gas. Efek 'swelling' atau mengembang ini sebanding lurus dengan konsentrasi gas yang dideteksi. Dengan efek mengembang ini memungkinkan perubahan luas permukaan komposit polimer-karbon jika terkena gas. Perubahan luas permukaan ini mempengaruhi perubahan resistansi dari konduktif polimer sehingga dengan perubahan resistansi ini bisa mempengaruhi juga nilai konduktivitas polimer yang merupakan kebalikan dari resistivitasnya. Dengan perubahan resistansi ini bisa dipakai sebagai keluaran sensor yang akan dibaca oleh instrumentasi elektronik.

Ilustrasi gambar efek 'swelling' pada polimer diperlihatkan seperti pada gambar dibawah:



(a)

(b)

Gambar 1 Efek 'swelling' pada polimer;
(a) sebelum mengembang, (b) sesudah mengembang

2.5 Aplikasi Sensor Gas dalam Pengukuran Bahan Pangan

Awalnya sensor gas ditujukan untuk mendeteksi keberadaan gas-gas berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti amoniak, asam sulfida, karbon monoksida, ataupun kebocoran gas elpiji. Seiring ditemukan dan diciptakan beragam sensor gas untuk senyawa kimia lain, maka penggunaan sensor gas dalam pengukuran dan penelitian bahan pangan mulai dilakukan. (Albert, Lewis NS, 2000)

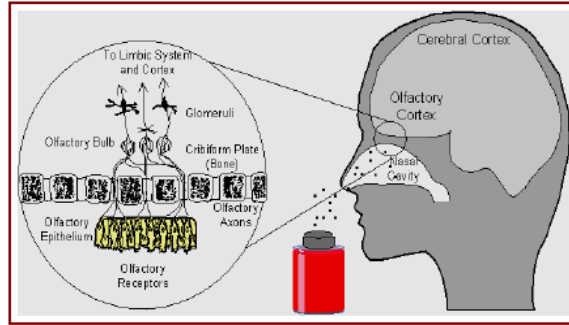
Penggunaan sensor gas dalam pangan atau komoditas pertanian, sebagian besar menggunakan prinsip sistem penciuman elektronik. Beberapa penelitian telah berhasil menggunakan bahan sensor polimer dalam aplikasi pengukuran bahan pangan.

Jiri Janata, (2004) mengembangkan sistem penciuman elektronik portable yang menggunakan deret sensor berbahan komposit polimer-karbon hitam dan berhasil mengukur dan mengklasifikasi *volatile organic compound* pada sampel minuman *brandy* dan *whiskey*. Selanjutnya Hua Bai (2006) mengidentifikasi tingkat kematangan (belum matang, setengah matang, matang, dan lewat matang) buah tomat dengan teknik penciuman elektronik menggunakan deret sensor *metal oxide semiconductor* (MOS).

2.6 Sistem Penciuman Elektronik (*e-nose*)

Secara biologi sistem penciuman manusia menggunakan beragam pengindera kimiawi, yang disebut dengan penerima penciuman (*olfactory receptors*), tergabung dengan pengenal pola otomatis yang terhimpun dalam *olfactory bulb* dan diteruskan ke *olfactory cortex* dalam otak sebagai pengambil keputusan. Tidak ada reseptor tunggal yang mampu mengenali aroma sendiri. Reseptor tergabung untuk mengenali pola aroma tertentu. Gambar 2 menunjukkan komponen sistem penciuman manusia (Albert, Lewis NS, 2000).

Fungsi tiap komponen sistem penciuman manusia diadopsi menggunakan perangkat keras (elektronik), seperti bagian reseptor menggunakan beragam sensor yang tersusun (*array sensor*) sehingga dapat dibentuk sistem penciuman buatan, yang dikenal dengan penciuman elektronik (*e-nose*). (Frank Zee and Jack Judy, 1999)

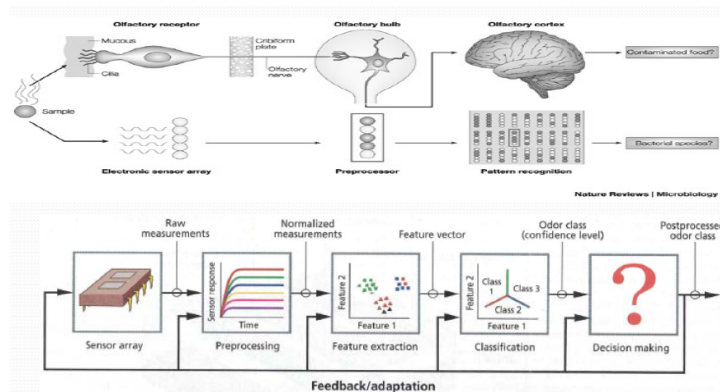


Gambar 2. Komponen sistem penciuman manusia

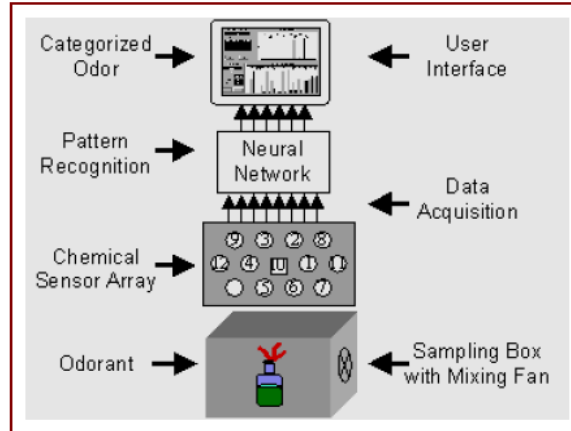
Sistem indera buatan untuk dapat menggantikan sistem indera penciuman manusia banyak dibutuhkan terutama dalam penggunaannya sebagai kontrol kualitas hasil produksi aroma. Sistem penciuman elektronik tidak mungkin mengganggu kesehatan dan emosinya seperti manusia pakar yang akan diserupakannya. Pada dasarnya, seperti manusia, sistem penciuman elektronik seperti terlihat dalam Gambar 3, terdiri dari:

- a. Pemrosesan awal (*preprocessing*),
- b. Ekstraksi ciri (*feature extraction*),
- c. Klasifikasi (*classification*), dan
- d. Pengambilan keputusan (*decision making*) (Bhuyan, 2007).

Sedangkan bagan perangkat sistem penciuman elektronik ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Komponen sistem penciuman elektronik (Bhuyan, 2007).



Gambar 4. Bagan sistem penciuman elektronik

2.7 Metode Deteksi Formalin

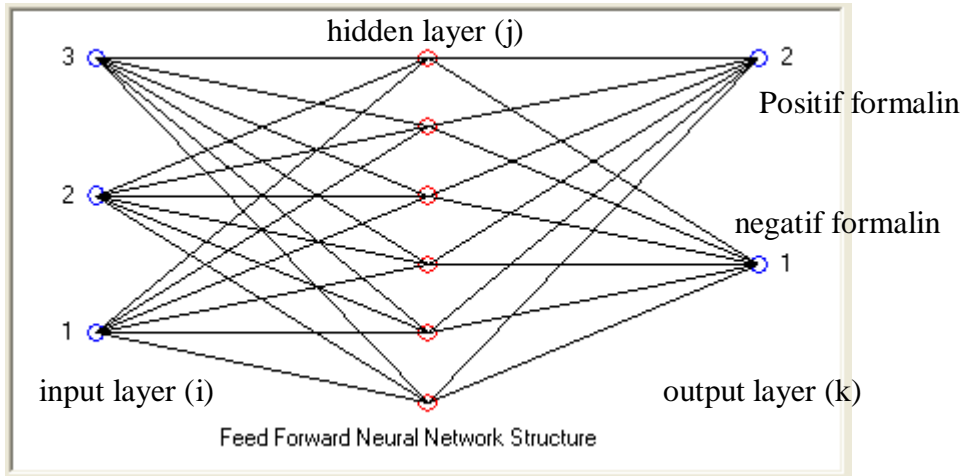
Berdasarkan pengamatan dan penelusuran peneliti, sampai saat ini belum ada alat atau sistem deteksi keberadaan formalin dalam bahan pangan yang biasa ditemukan penyalahgunaannya yang menggunakan sensor gas (uap). Deteksi formalin formalin secara kualitatif maupun kuantitatif kebanyakan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan pereaksi kimia.

Jiri Janata (2002) menggunakan reagen *schiff* untuk menggantikan reagen *aquamerck* yang kurang praktis dan mahal guna mendeteksi formalin secara cepat. Dalam uji coba ini dibuat reagen *schiff* yang dibuat dari kristal *sodium disulfid* 1 gram ditambah 1 mL HCL ditambah 0,1 gram *fuchsin* kemudian dilarutkan dengan aquades sampai 100 mL, jika diperoleh warna ungu menunjukkan positif adanya formalin. Dari hasil uji coba telah dilakukan minimal konsentrasi sampai 0,1 mg/L. Hasil yang diperoleh penggunaan *schiff* dan *aquamerck* sensitifnya hampir sama.

Selanjutnya, Hua Bai (2006) menguji validasi pada analisis formalin menggunakan spektrofotometer UV-VIS guna mengetahui reabilitas dan limit deteksi analisis kuantitatif formalin pada spektrofotometer UV-VIS menggunakan pereaksi Nash. Hasil uji menunjukkan bahwa grafik standar formalin pada konsentrasi 0,75; 1,5; 3; 6,25; dan 12,5 mg/L membentuk garis regresi linear yang baik dengan nilai R^2 0,9943. Dari hasil penelitian direkomendasikan limit deteksi analisis kuantitatif formalin menggunakan metode pereaksi Nash pada spektrofotometer UV-VIS didasarkan pada batas standar %RSD sebesar 0,429 mg/L.

2.8 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan yang akan digunakan adalah *perceptron* lapis banyak atau *Multi Layer Perceptron* dengan pelatihan *Backpropagation* yang merupakan algoritma pembelajaran terawasi. Data akusisi dari sensor akan dijadikan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan dan 2 kreteria kondisi bahan pangan sebagai keluaran. Rancangan *Multi Layer Perceptron* (MLP) menggunakan 3 lapis seperti ditunjukkan dalam Gambar



Gambar 5. Skema 3 lapis *Multi Layer Perceptron* (MLP)

Proses *learning* dengan algoritma *backpropagation* dalam jaringan syaraf tiruan dilakukan menggunakan persamaan (1) sampai persamaan (11).

Tahapan algoritma *Backpropagation* untuk proses *learning* dalam JST 3 layer secara garis besar terdiri dari dua alur, yaitu:

1. Alur maju (*Forward*)

Langkah-langkah dalam alur maju adalah:

- a. normalisasi input dan nilai *desire output* (menjadi dalam range 0 – 1).
- b. memberi nilai *weight* secara acak/random pada nilai -1 s/d +1
- c. memberi inisialisasi nilai *bias* = 1
- d. mencari nilai *sum* dan *sigmoid* untuk *Hidden layer* dan *Ouput layer*

a). Hidden Layer

Nilai *sum*:

$$Z_j = \sum_{i=0}^N X_i \cdot V_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

dengan N = jumlah synapse layer2 (hidden layer)

Nilai *Sigmoid*:

$$Z_j' = \frac{1}{1 + e^{-Z_j + bias}} \dots\dots\dots (2)$$

b). Output Layer

Nilai *sum*:

$$Y_k = \sum_{i=0}^M Z_j' \cdot W_{jk} \dots\dots\dots (3)$$

dengan M = jumlah synapse layer3

Nilai Sigmoid:

$$Y_k' = \frac{1}{1 + e^{-Y_k + bias}} \dots\dots\dots (4)$$

2. Alur mundur (*Backward*)

Langkah-langkah dalam alur mundur adalah:

- a. Menghitung output error (∂_k)

Output error = Output layer3 – desire output

$$Err_k (MSE) = \frac{1}{2} (d_k - Y_k')^2 \dots\dots\dots (5)$$

$$\partial_k = \frac{dErr_k}{dY_k'} = d_k - Y_k' \dots\dots\dots (6)$$

- b. Menghitung hidden error (∂_o)

$$\partial_o = \frac{dErr_k}{dZ_j} = \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dZ_j'} \cdot \frac{dZ_j'}{dZ_j}$$

$$Err_j = \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dZ_j} = \sum_{k=1}^L \partial_k \cdot W_{jk}$$

$$\partial_o = Err_j \cdot Z_j' \cdot (1 - Z_j') \dots\dots\dots (7)$$

- c. Updating weight untuk weight pada Hidden – Output layer

$$\Delta W_{jk} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dW_{jk}} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dY_k} \cdot \frac{dY_k}{dW_{jk}} = \eta \cdot \partial_k \cdot Z_j'$$

$$W_{jk} = W_{jk} + \Delta W_{jk} \dots\dots\dots (8)$$

- d. Updating nilai bias pada output layer

$$\Delta bias_k = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dbias_k} = \eta \cdot \frac{dErr_k}{dY_k'} \cdot \frac{dY_k'}{dbias_k} = \eta \cdot \partial_k \cdot 1$$

$$bias_k = bias_k + \Delta bias_k \dots\dots\dots (9)$$

- e. Updating weight untuk weight pada Input – Hidden layer

$$\Delta V_{ij} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dV_{ij}} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dZ_j'} \cdot \frac{daZ_j'}{dV_{ij}} = \eta \cdot \partial_o \cdot X_i$$

$$V_{ij} = V_{ij} + \Delta V_{ij} \dots\dots\dots (10)$$

f. Updating bias pada hidden layer

$$\Delta bias_j = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dbias_j} = \eta \cdot \frac{dErr_j}{dZ_j'} \cdot \frac{dZ_j'}{dbias_j} = \eta \cdot \partial_o \cdot 1$$

$$bias_j = bias_j + \Delta bias_j \dots\dots\dots (11)$$

Pembuatan program jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* menggunakan program Visual basic 6.0

