

## Intisari

### Quartz Crystal Microbalance Termodifikasi Lapisan Nanofiber Polimer sebagai Sensor Senyawa Organik

oleh

**Aditya Rianjanu**  
**16/408180/SPA/00594**

Investigasi kemampuan sensor *quartz crystal microbalance* (QCM) berlapis nanofiber polimer pada deteksi uap senyawa organik telah dilakukan. Sensor QCM terlapis nanofiber polimer dilakukan dengan metode elektrospinning. Tiga jenis polimer yang digunakan dalam pembuatan sensor nanofiber yaitu polyacrylonitrile (PAN), chitosan (Cs), dan polyvinyl acetate (PVAc). Uji *scanning electron microscopy* (SEM) dan *atomic force microscopy* (AFM) digunakan untuk mengkonfirmasi terbentuknya struktur nanofiber. Spektroskop Fourier transform infrared (FTIR) juga digunakan untuk menganalisis nanofiber yang telah terbentuk. Analisa impedansi dilakukan untuk investigasi kekakuan (*rigidity*) dari lapisan aktif nanofiber yang terlapis di atas sensor QCM. Struktur nanofiber memberikan kemampuan yang lebih baik ketika digunakan sebagai lapisan aktif sensor dibandingkan dengan lapisan tipis biasa (*thin-film*). Struktur nanofiber memiliki luas permukaan dan struktur pori yang tinggi sehingga meningkatkan sensitivitas sensor. Sensitivitas sensor terhadap uap safrol terbaik dicapai oleh sensor nanofiber PVAc 3 dengan nilai mencapai  $317,7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$ . Sementara sensor nanofiber PAN/Cs dan nanofiber PAN memiliki sensitivitas deteksi safrol mencapai  $18,7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$  dan  $4,7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$ . Karakteristik *repeatability* yang paling baik dimiliki oleh sensor nanofiber PVAc 3 dengan standar deviasi relatif sebesar 5 %. Nilai *limit of detection* (LOD) ( $3,8 \mu\text{g/L}$ ) dan *limit of quantification* (LOQ) ( $11,6 \mu\text{g/L}$ ) terbaik juga dimiliki oleh sensor PVAc 3. Sementara itu sensor nanofiber PAN/Cs memiliki konstanta waktu terbaik sebesar 85 s dan memiliki stabilitas jangka panjang yang terbaik.

Interaksi intermolekuler diyakini bertanggungjawab terhadap mekanisme interaksi yang terjadi antara lapisan aktif nanofiber (PAN, PAN/Cs, dan PVAc) dengan molekul safrol. Pada sensor nanofiber PVAc setiap unit dari PVAc memiliki dua atom oksigen yang dapat berinteraksi dengan empat molekul safrol. Fenomena tersebut mengakibatkan lapisan aktif PVAc berinteraksi secara lebih baik dengan uap safrol dan mengakibatkan lebih banyak molekul safrole yang terserap. Perbedaan jumlah molekul safrol yang berinteraksi menyebabkan perbedaan perubahan frekuensi akibat perubahan massa lapisan aktif. Semakin banyak molekul safrole yang terserap semakin tinggi perubahan frekuensi yang dihasilkan, sehingga meningkatkan sensitivitas dari sensor PVAc. Tekanan uap dari analit menentukan sensitivitas dari sensor nanofiber PVAc dalam kasus analit bergrup sama (seperti, alkohol primer, isomer butanol, dan aromatik hidrokarbon). Untuk analit dengan grup yang berbeda, interaksi intermolekuler (afinitas) berperan lebih signifikan dalam menentukan sensitivitas sensor. Metode yang ditawarkan termasuk murah dan mudah digunakan untuk mendeteksi uap analit, sehingga dapat menjadi alternatif untuk mendeteksi uap senyawa organik volatil (*volatile organic compounds*) (VOC).

Kata kunci: Quartz Crystal Microbalance, Nanofiber, PAN, PAN/Cs, PVAc, Sensor, Safrol, Tekanan uap, Afinitas.

## Abstract

### Quartz Crystal Microbalance Modified with Polymer Nanofiber Layer for the Detection of Organic Compounds

by

**Aditya Rianjanu**  
**16/408180/SPA/00594**

In this study, vapor sensing performance of a QCM coated polymer nanofiber was investigated. The polymer nanofiber sensor used in this study were fabricated using electrospinning dan drop-casting methods. Three types of polymer were used, including polyacrylonitrile (PAN), chitosan (Cs), dan polyvinyl acetate (PVAc). Scanning electron microscopy (SEM) dan atomic force microscopy (AFM) was used to confirm the nanostructure morphology of the prepared nanofiber sensor. The Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy also used to analyze the polymer nanofibers. The impedance analyses was also performed to investigate the rigidity of the produced film. Nanofiber structure has more advantageous when used as an active layer than the ordinary film (i.e., spin-coating film). It has a large surface area dan porous structure that can increase sensor sensitivity. The best sensor sensitivity for safrole detection was achieved for PVAc nanofiber with a sensitivity up to  $317.7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$ . Meanwhile, for PAN nanofiber and PAN/Cs nanofiber sensors only give sensitivity up to  $18.7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$  dan  $4.7 \text{ Hz mg}^{-1} \text{ L}$ , respectively. The best sensor repeatability also produced by PVAc nanofiber sensor with relative standard deviation of 5 %. Moreover, the PVAc nanofiber sensor also gives best limit of detections (LOD) ( $3.8 \text{ ng/L}$ ) and limit of quantifications (LOQ) ( $11.6 \text{ ng/L}$ ) value. However, the best time constant ( $85 \text{ s}$ ) was produced by PAN/Cs nanofiber sensor.

The intermolecular interaction between polymer active layer (PAN, PAN/Cs, and PVAc) and safrole molecules is believed to be responsible for the sensing mechanism. Each PVAc unit of PVAc nanofiber active layer has two oxygen atom that can interact with four safrole molecules. These phenomena give PVAc nanofiber the ability to better interact with safrole compared to PAN nanofiber dan PAN/Cs nanofiber, which leads the better sensitivity. Increase number of safrole adsorbed in sensor active layer increased the frequency shift and sensor sensitivity. The analyte vapor pressure determines the sensor sensitivity of PVAc nanofiber in term of the same group analyte (i.e., primary alcohol, isomers butanol, dan aromatic hydrocarbon). For a different kind of analyte, the intermolecular interaction (affinity) between the active layer dan analyte has more influence in the sensor sensitivity. The proposed method is simple, inexpensive, dan convenient for detecting safrole, dan can be an alternative to conventional instrumental analytical methods for general volatile compounds.

**Keywords:** Quartz Crystal Microbalance, Nanofiber, PAN, PAN/Cs, PVAc, vapor sensor, safrole, vapor pressure, affinity.