

Sintesis Hijau Metal Organic Frameworks Zirkonium 1,3,5-Benzena Trikarboksilat Termodifikasi Nanopartikel Kobalt Oksida sebagai Biosensor Surface Plasmon Resonance untuk Deteksi Antigen CFP-10

Penulis
Evan Fajri Mulia Harahap (23324011), Nugraha, Muhammad Iqbal

Afiliasi
Kelompok Keilmuan Material Fungsional Lanjut, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia

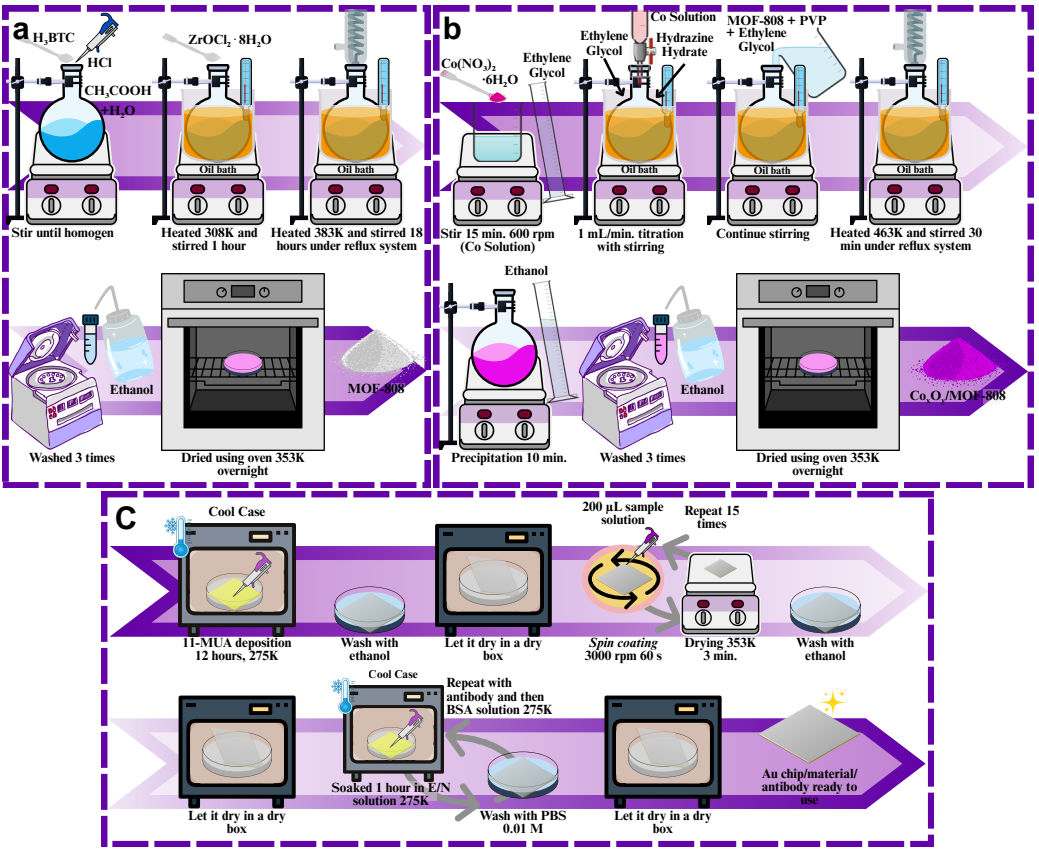
PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular dan mematikan yang menyerang sistem pernafasan manusia yang disebabkan oleh Mycobacterium tuberculosis (Mtb). Ironisnya, TB menjadi penyebab kematian peringkat ke-4 di Indonesia menurut WHO Tahun 2021 [1]. Mtb menghasikan protein sekresi yang khas, yaitu CFP-10. Oleh karena itu, untuk menekan laju penyebaran penyakit ini, dapat dilakukan pendeteksian dini CFP-10 agar risiko yang ditimbulkan dapat berkurang.

METODOLOGI

Sintesis Material

Sintesis MOF-808 dilakukan dengan metode reflux solvothermal, sedangkan material komposit $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}$ dan variasinya disintesis melalui metode poliol, kemudian fungsionalisasi chip emas dilakukan menggunakan metode spin coating dan inkubasi (Gambar 1a-c) [2,3].



Gambar 1. Skema prosedur sintesis (a) MOF-808 dan (b) komposit $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}$; (c) skema fabrikasi chip SPR.

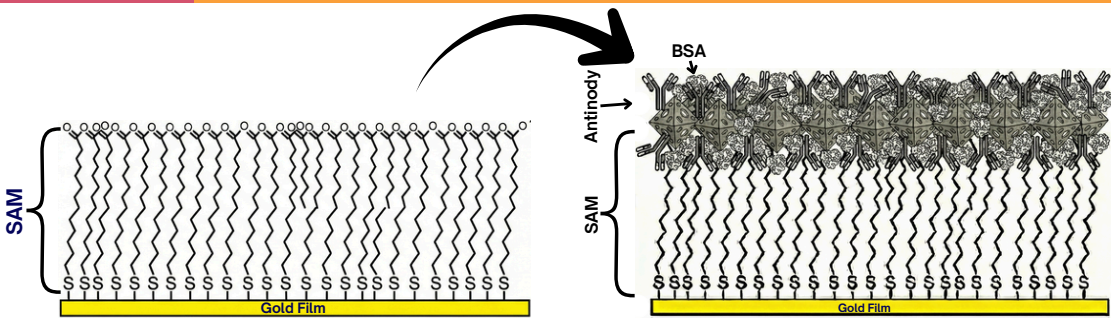
Hasil Sintesis

Kode Sampel	Massa $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (g)	Massa MOF-808 (g)	Rasio Massa (Co:MOF)	Warna Akhir Serbuk
MOF-808	0	1	0:1	Putih
1CM8	1	1.5	1:1.5	Ungu
2CM8	1	1	1:1	Ungu
3CM8	1	0.5	1:0.5	Abu-abu hitam
Co_xO_y	1	0	1:0	Hitam



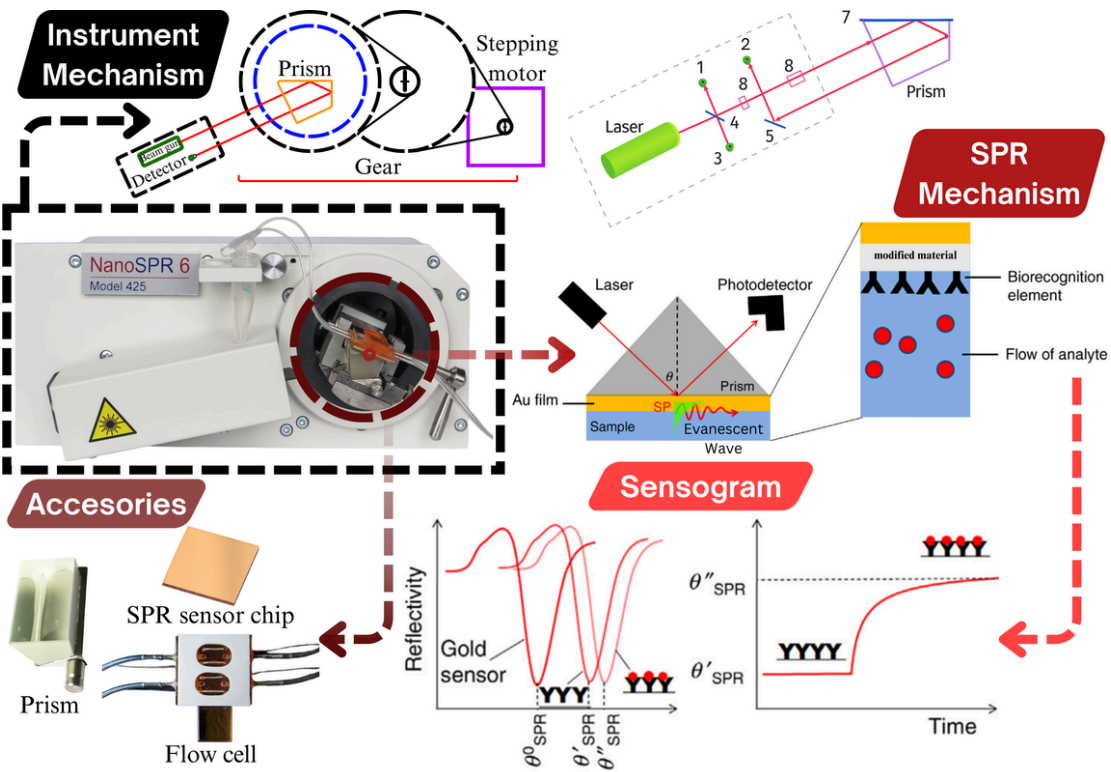
OBJEKTIF

Pada penelitian ini dilakukan dikembangkan metal organic framework Zr-BTC (MOF-808) dengan penambahan kobalt oksida menjadi komposit $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}$. Komposit diimobilisasi di atas permukaan chip emas untuk aplikasi surface plasmon resonance (SPR) dalam mendeteksi antigen CFP-10.



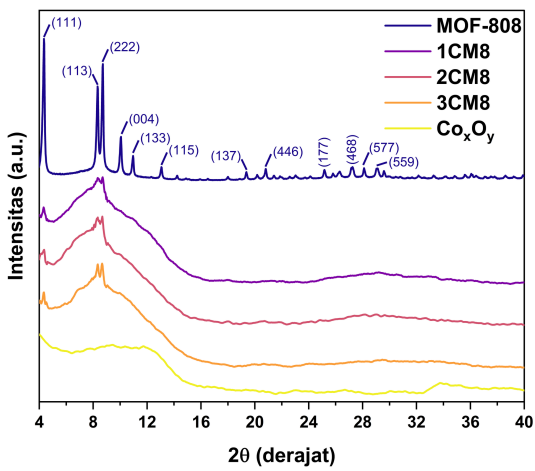
Mekanisme SPR

Pengukuran biosensor dilakukan dengan menetapkan sudut pengukuran perubahan unit reflektansi (ΔRU) kemudian diamati perubahannya seiring waktu dalam aliran analit (Gambar 2).

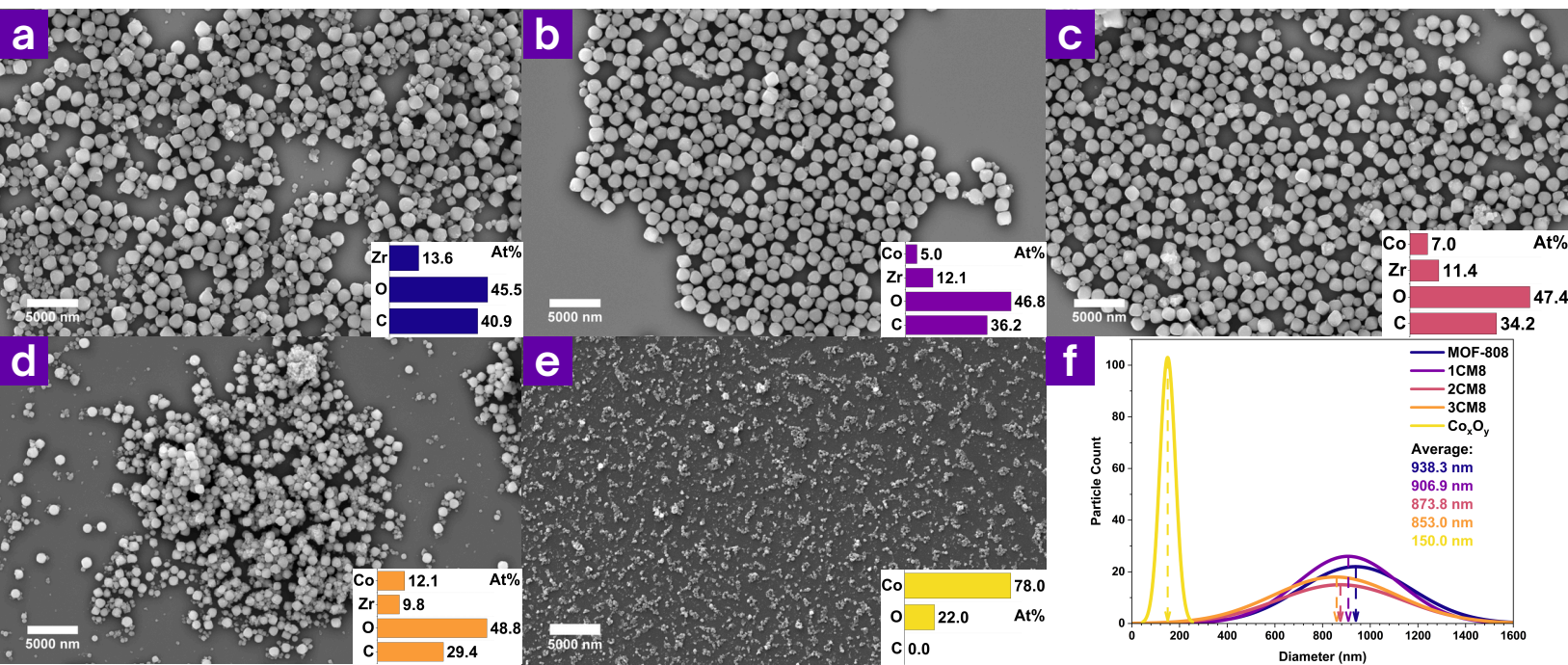


Gambar 2. Mekanisme Kerja dan Respons Dinamik Sensor SPR.

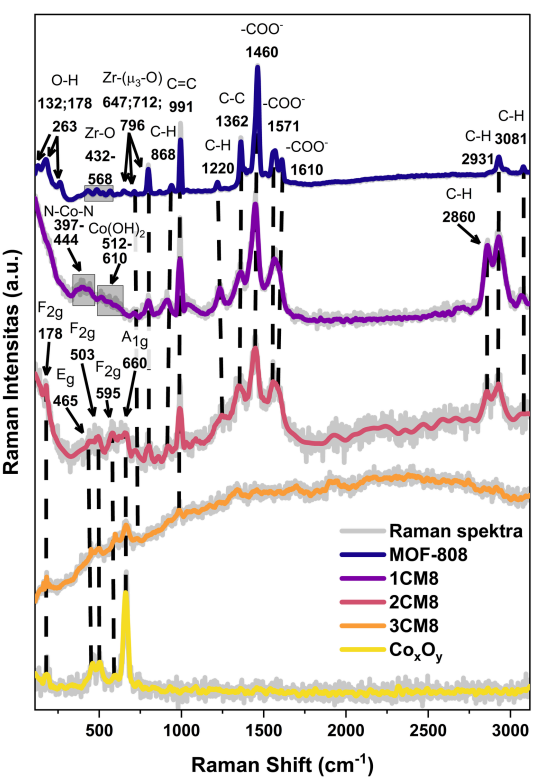
HASIL KARAKTERISASI MATERIAL



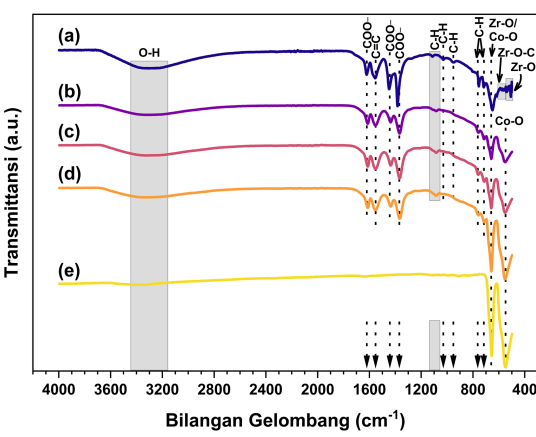
Gambar 3. Morfologi permukaan, distribusi partikel, dan komposisi unsur dari (a) MOF-808, (b) 1CM8, (c) 2CM8, (d) 3CM8, (e) Co_xO_y , dan (f) distribusi partikel.



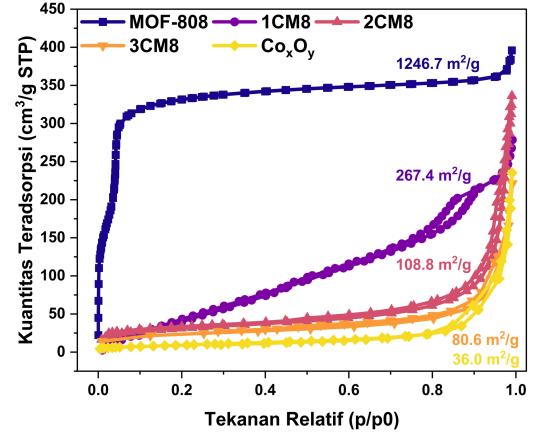
Gambar 4. Morfologi permukaan, distribusi partikel, dan komposisi unsur dari (a) MOF-808, (b) 1CM8, (c) 2CM8, (d) 3CM8, (e) Co_xO_y , dan (f) distribusi partikel.



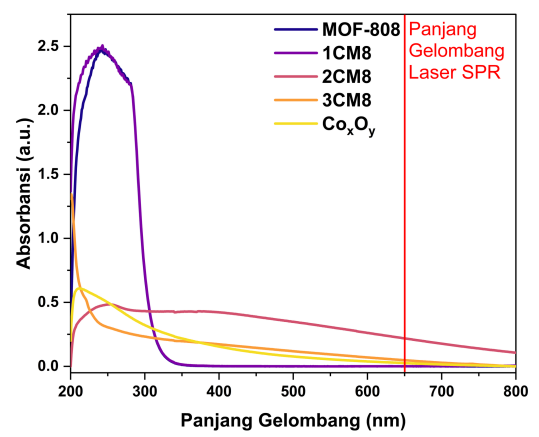
Gambar 5. Spektra Raman Shift dari (a) MOF-808, (b) 1M8, (c) 2CM8, (d) 3CM8, dan (e) Co_xO_y .



Gambar 6. Spektra FTIR dari (a) Gambar 7. Plot adsorpsi-MOF-808, (b) 1CM8, (c) desorpsi isotermik nitrogen dari dari MOF-808, 1CM8, 2CM8, 3CM8, dan (e) Co_xO_y .

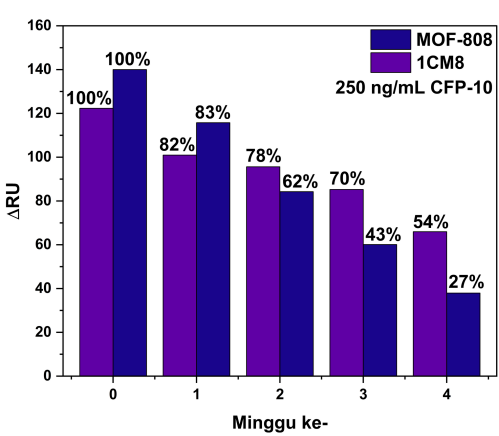


Gambar 8. Spektra FTIR dari (a) MOF-808, (b) 1CM8, (c) 2CM8, (d) 3CM8, dan (e) Co_xO_y .

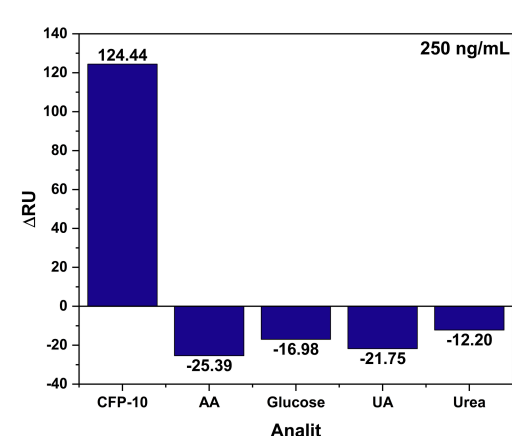


Gambar 9. Fitting linier sinyal SPR terhadap variasi konsentrasi CFP-10 pada seluruh sampel.

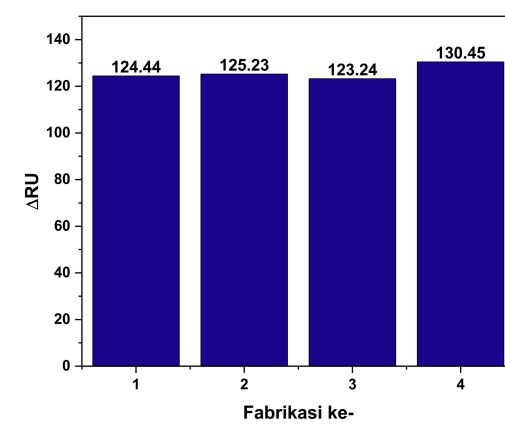
HASIL PENGUJIAN CFP-10



Gambar 10. Sinyal SPR dari sampel MOF-808 dan 1CM8 setelah digunakan selama 4 minggu untuk pengujian CFP-10.



Gambar 11. Selektivitas sampel 1CM8 terhadap CPF-10, ascorbic acid (AA), empat sampel berbeda dari glucose, uric acid (UA), and urea 250 ng/mL.



Gambar 12. Reprodusibilitas chip 1CM8 yang diperiksa dari 10, ascorbic acid (AA), empat sampel berbeda dari glucose, uric acid (UA), and urea 250 ng/mL.

Kesimpulan

- Material MOF-808 telah berhasil disintesis menggunakan metode reflux hidrotermal berbentuk oktahedral dengan struktur kristal fcc yang memiliki luas permukaan sebesar $1246,7 \text{ m}^2/\text{g}$ dan hidrofilik.
- Material komposit $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}$ telah berhasil disintesis menggunakan metode poliol berbentuk oktahedral dengan struktur kristal amorf yang memiliki luas permukaan berkisar dari $80,6 - 267,4 \text{ m}^2/\text{g}$ sejalan dengan kenaikan rasio MOF-808 dan bersifat hidrofilik.
- Chip biosensor SPR berlapis material $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}/\text{CFP-10Ab}$ yang seragam, stabil, dan memiliki reprodusibilitas tinggi.
- Modifikasi $\text{Co}_x\text{O}_y/\text{MOF-808}/\text{CFP-10Ab}$ pada permukaan chip emas sebagai biosensor SPR CFP-10 berhasil mencapai batas deteksi yang baik, yaitu $2,30 \text{ ng/mL}$ dengan keberhasilan mempertahankan sinyal deteksi sebesar 54% setelah digunakan selama 4 minggu, kemudian selektif terhadap interferen ascorbic acid, glukosa, uric acid, dan urea.

Referensi

- [1] World Health Organization, "Global tuberculosis report 2024," Geneva, 2024. Accessed: Nov. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/978924010153>
- [2] Y. Tao dkk., "Green synthesis of MOF-808 with modulation of particle sizes and defects for efficient phosphate sequestration," Sep Purif Technol, vol. 300, no. June, p. 121825, 2022, doi: 10.1016/j.seppur.2022.121825.
- [3] S. S. K. Kamal dkk., "Synthesis of cobalt nanoparticles by a modified polyol process using cobalt hydrazine complex," J Alloys Compd, vol. 474, no. 1–2, pp. 214–218, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.jallcom.2008.06.160.