

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIMER BERCETAKAN MOLEKUL TARTRAZIN UNTUK PEMISAHAN WARNA TARTRAZIN PADA KERUPUK

Junita Br Sembiring^{1*}

¹Universitas Pamulang, Jl. Raya Jakarta-Serang, Walantaka, Kota Serang, Banten 42183.

*E-mail: dosen10124@unpam.ac.id

Riwayat Article

Received: 22 September 2025; Received in Revision: 27 September 2025; Accepted: 28 September 2025

Abstract

Tartrazine (E102) is a widely used synthetic azo dye in the food industry due to its high stability and low production cost. However, excessive residues may pose health risks, requiring selective and reliable methods for its detection in food products. This study aimed to synthesize and characterize a molecularly imprinted polymer (MIP) specific to tartrazine and evaluate its performance in food sample analysis. The polymer was synthesized via in situ polymerization using methacrylic acid (MAA) as the functional monomer, trimethylolpropane trimethacrylate (TRIM) as the cross-linker, benzoyl peroxide (BPO) as the initiator, and dimethylformamide as the solvent and porogen. Characterization by FTIR confirmed the presence of major functional groups, while SEM analysis revealed a porous morphology supporting the formation of selective binding sites. Application of the tartrazine-MIP to cracker samples showed a tartrazine concentration of 0.42 mg/g (420 mg/kg), which exceeded the maximum limit set by BPOM (70 mg/kg). Adsorption-desorption tests produced a recovery rate of 95.47%, indicating high accuracy and reliability of the method. These findings demonstrate that tartrazine-MIP possesses good selectivity and sensitivity, and it has strong potential as a selective sorbent and an alternative method for food safety monitoring.

Keywords: Tartrazine, Molecular-Printed Polymer, Methacrylate Acid, FTIR.

Abstrak

Tartrazin (E102) adalah pewarna sintesis yang banyak digunakan dalam industri pangan karena stabilitasnya yang tinggi dan biaya produksinya yang rendah, tetapi residu berlebih dapat menimbulkan risiko kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi polimer bercetakan molekul (Molecularly Imprinted Polymer/MIP) yang spesifik terhadap tartrazin serta menguji kinerjanya dalam analisis sampel pangan. Sintesis dilakukan melalui polimerisasi in situ dengan menggunakan asam metakrilat (MAA) sebagai monomer fungsional, trimetilolpropana trimetakrilat (TRIM) sebagai agen pengikat silang, benzoyl peroksida (BPO) sebagai inisiator, dan dimetilformamida sebagai pelarut sekaligus porogen. Karakterisasi menggunakan FTIR mengonfirmasi keberhasilan pembentukan gugus fungsi utama, sedangkan analisis SEM menunjukkan morfologi berpori yang mendukung terbentuknya situs pengikatan selektif. Aplikasi MIP pada sampel kerupuk menunjukkan konsentrasi tartrazin sebesar 0,42 mg/g (420 mg/kg), melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM yaitu 70 mg/kg. Uji adsorpsi-desorpsi menghasilkan nilai recovery 95,47% yang menunjukkan keakuratan dan keandalan metode. Hasil ini membuktikan bahwa tartrazin-MIP memiliki selektivitas dan sensitivitas yang tinggi, sehingga berpotensi digunakan sebagai sorben selektif dan metode alternatif dalam pemantauan keamanan pangan..

Keywords: Tartrazin, Polimer Bercetakan Molekul, Asam Metakrilat, FTIR.

1. Introduction

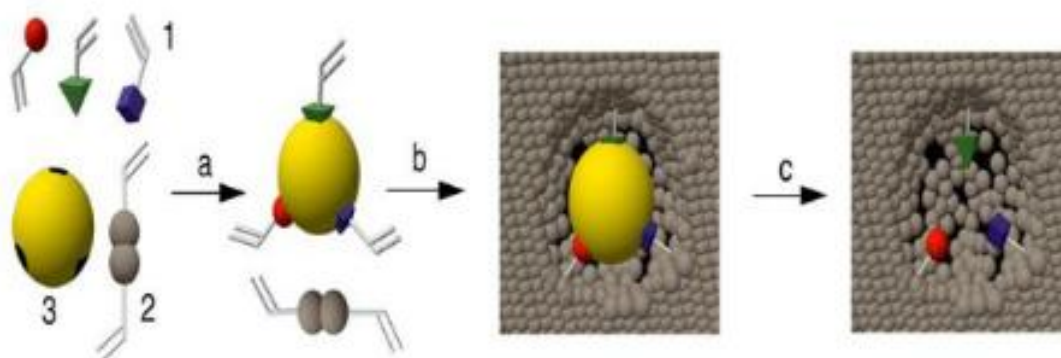
Warna memiliki peranan penting dalam memengaruhi persepsi konsumen terhadap suatu produk pangan. Selain berfungsi sebagai identitas visual, keberadaan warna juga dapat memberikan sugesti terhadap cita rasa. Dalam industri pangan, pewarna digunakan baik dari sumber alami maupun sintesis. Penambahan zat warna umumnya bertujuan untuk menggantikan pigmen yang hilang selama proses pengolahan atau penyimpanan, sekaligus menjaga keseragaman penampilan produk. Pewarna juga sering diaplikasikan pada produk yang sebenarnya tidak memiliki warna alami, seperti minuman ringan atau permen, guna meningkatkan daya tarik konsumen (Ruiz-Córdova et al., 2024). Produsen lebih cenderung menggunakan pewarna sintesis karena stabilitasnya yang tinggi terhadap pengaruh cahaya, oksigen, suhu, serta pH, selain itu

pewarna sintetis juga mampu menghasilkan warna yang konsisten dengan biaya produksi relatif rendah. Salah satu jenis pewarna sintetis yang paling umum dipakai adalah tartrazin, yaitu pewarna berwarna kuning yang telah diizinkan penggunaannya oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Ketentuan BPOM menetapkan bahwa batas aman konsumsi tartrazin adalah 0–7,5 mg/kg berat badan per hari, dengan kadar maksimum dalam produk pangan sebesar 70 mg/kg. Selain menjadi indikator visual yang pertama kali diamati, warna juga berkaitan erat dengan ekspektasi rasa, kualitas, hingga anggapan mengenai keamanan konsumsi (Ruiz-Córdova et al., 2024). Kajian mutakhir menunjukkan bahwa konsumen kerap menghubungkan warna tertentu dengan atribut spesifik, seperti kesegaran, kandungan gizi, maupun cita rasa, sehingga karakteristik visual ini menjadi faktor penentu dalam proses pengambilan keputusan pembelian (Novais et al., 2022). Atas dasar itu, industri pangan secara luas memanfaatkan zat pewarna, baik dari sumber alami maupun sintetis, guna memperkuat daya tarik estetika produk serta menjaga keseragaman tampilan meski telah melalui proses produksi, distribusi, dan penyimpanan jangka panjang.

Penggunaan pewarna alami semakin meningkat, pewarna sintetis hingga kini tetap mendominasi praktik industri pangan modern. Hal ini disebabkan oleh stabilitasnya yang tinggi terhadap cahaya, oksigen, variasi suhu, serta perubahan pH. Selain itu, pewarna buatan mampu menghasilkan warna yang konsisten antar lot produksi, mudah diaplikasikan dalam berbagai jenis matriks pangan, serta lebih ekonomis dari sisi biaya jika dibandingkan dengan alternatif alami (Singh et al., 2023). Faktor-faktor tersebut menjadikan pewarna sintetis sebagai opsi utama dalam skala produksi massal, walaupun isu keberlanjutan dan kesehatan publik semakin mendorong pergeseran ke arah pemanfaatan pigmen alami. Di antara berbagai pewarna sintetis, tartrazin (FD&C Yellow No. 5, kode E102) termasuk yang paling luas penggunaannya di dunia. Pewarna ini berasal dari kelompok azo dengan ciri khas adanya ikatan azo ($-N=N-$) dalam strukturnya, menghasilkan warna kuning hingga oranye terang. Tartrazin banyak diaplikasikan pada produk permen, minuman ringan, sereal, makanan ringan, dan olahan susu. Sejak pertama kali dikembangkan pada abad ke-19, penggunaannya terus dipantau oleh badan regulasi internasional. Batas konsumsi harian yang dapat diterima (Acceptable Daily Intake/ADI) ditetapkan sebesar 0–7,5 mg/kg berat badan (Amchova et al., 2024). Sementara itu, Uni Eropa mewajibkan produsen mencantumkan label peringatan pada produk yang mengandung tartrazin karena adanya potensi dampak terhadap aktivitas dan konsentrasi anak-anak ((BIOHAZ) et al., 2025)

Aspek keamanan tartrazin masih menjadi perdebatan hingga kini. Sejumlah penelitian mengaitkan konsumsi berlebihan dengan berbagai reaksi negatif, antara lain alergi pada individu yang sensitif, sakit kepala, gangguan penglihatan sementara, hiperaktivitas pada anak, hingga keluhan dermatologis berupa gatal dan ruam (Rubio et al., 2025). Walaupun hasil studi *epidemiologi* belum sepenuhnya *konklusif*, kekhawatiran masyarakat terkait dampak jangka panjang pewarna sintetis mendorong intensifikasi riset mengenai mekanisme toksisitas, termasuk potensi karsinogenik, interaksi dengan mikrobiota usus, serta pengaruh terhadap sistem kekebalan tubuh (Amchova et al., 2024). Deteksi dan analisis kadar tartrazin dalam makanan menghadapi tantangan tersendiri karena kompleksitas matriks pangan dapat menimbulkan interferensi yang berimplikasi pada akurasi hasil dan ketahanan instrumen analitik. Beragam teknik telah digunakan untuk mengatasi kendala tersebut (Shiralipour & Larki, 2017). Metode konvensional yang lazim dipakai adalah spektrofotometri UV-Vis dan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC), keduanya dikenal sensitif dan presisi (Min et al., 2024). Akan tetapi, perkembangan terkini memperlihatkan kecenderungan adopsi teknologi lanjutan, seperti spektrometri massa dan sistem sensorik berbasis material cerdas yang terdiri Material cerdas yang berpotensi untuk deteksi tartrazin meliputi MIP yang selektif, nanomaterial karbon (grafena, CNTs) dengan luas permukaan tinggi, nanopartikel logam (Au, Ag, Fe₃O₄) untuk sensor dan pemisahan, polimer konduktif, quantum dots, serta hidrogel responsif; kombinasi MIP dengan nanomaterial dinilai paling efektif meningkatkan sensitivitas analisis pangan, guna meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis (Novais et al., 2022; Singh et al., 2023).

Pendekatan inovatif yang kini banyak diteliti adalah penerapan Molecularly Imprinted Polymer (MIP) (Hernández et al., 2024); (Jacinto et al., 2023). Material ini dikembangkan melalui proses polimerisasi dengan molekul target sebagai cetakan, menghasilkan situs pengenalan spesifik yang meniru interaksi biologis, seperti enzim-substrat maupun antigen-antibodi (Ruiz-Córdova et al., 2024). Keunggulan MIP terletak pada kestabilan mekanik dan kimia, ketahanan terhadap kondisi lingkungan, kemampuan untuk digunakan kembali, serta biaya produksi yang relatif rendah. Berikut merupakan Prinsip umum MIP pada gambar 1.1



Gambar 1. Prinsip umum MIP.

Keterangan: Pengikat silang (1), monomer fungsional (2), template (3)

Di bidang analisis pangan, MIP berfungsi sebagai penyerap selektif sehingga efektif dalam proses pra-konsentrasi tartrazin dan meningkatkan sensitivitas deteksi menggunakan HPLC maupun spektrofotometri (Amchova et al., 2024; Li et al., 2024).

Penelitian terbaru juga menyoroti pentingnya penerapan prinsip berkelanjutan dalam pengembangan material sensorik untuk analisis tartrazin. Inovasi yang dilakukan mencakup pemakaian pelarut ramah lingkungan, optimasi teknik polimerisasi dengan konsumsi energi lebih rendah, serta pemanfaatan biomaterial sebagai bahan dasar monomer. Strategi ini tidak hanya mendukung aspek keberlanjutan, tetapi juga memperbaiki efisiensi serta keamanan metode analisis. Integrasi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) dengan teknologi nanomaterial terbukti mampu meningkatkan sensitivitas dan selektivitas deteksi pada sampel pangan yang kompleks. (Gao et al., 2020; Park et al., 2024; Villa et al., 2021; Xue et al., 2025).

Penelitian ini merancang sintesis polimer bercetakan molekul tartrazin (tartrazin-MIP) dengan menggunakan asam metakrilat (MAA) sebagai monomer fungsional, Trimethylolpropane Trimethacrylate (TRIM) sebagai cross-linker, serta benzoyl peroksida (BPO) sebagai inisiator polimerisasi. Polimer yang diperoleh akan dievaluasi melalui metode batch untuk menentukan kapasitas adsorpsi dan selektivitas terhadap molekul tartrazin. Tahap selanjutnya melibatkan analisis standar menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan metode analisis yang lebih andal, efisien, serta berpotensi diaplikasikan sebagai sistem monitoring rutin dalam pengawasan keamanan pangan.

2. Methodology

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas standar laboratorium kimia, soklet untuk ekstraksi, FTIR, Spektrofotometer UV-Vis untuk menganalisis hasil adsorpsi dari MIPS.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Trimethylolpropane Trimethacrylat (TRIM) dari sigma aldrich, Asam Metakrilat, Benzoyl Peroksida (BPO), Tartrazin, dimetilformamida, Metanol.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1 Penyiapan MAA MIP

Polimer bercetakan molekul (MIP) disintesis berdasarkan interaksi non-kovalen antara MAA dengan analit target. Rasio molar monomer fungsional terhadap template ditetapkan sebesar 2,0 mmol: 0,5 mmol. Campuran tersebut dilarutkan dalam 25 mL DMF dan disonikasi selama 8 menit. Setelah proses pra-polimerisasi, ditambahkan BPO (100 mg) sebagai inisiator dan TRIM (5,08 g; 15,0 mmol) sebagai agen pengikat silang. Larutan kemudian dideoksigenasi menggunakan aliran nitrogen selama 10 menit untuk mencegah penghambatan polimerisasi radikal bebas oleh oksigen. Selanjutnya reaktor ditutup rapat dengan parafilm dan proses polimerisasi dilakukan pada suhu 65 °C selama 2 jam. Polimer yang terbentuk diekstraksi dengan sistem Soxhlet

menggunakan campuran metanol–amonia (9:1 v/v) hingga molekul template tidak lagi terdeteksi melalui analisis spektrofotometri UV-Vis. Selanjutnya padatan polimer dicuci dengan metanol untuk menghilangkan residu amonia, kemudian dibilas dengan air hingga netral, dan dikeringkan pada suhu 50 °C.

Sebagai pembanding, polimer non-imprinted (NIP) dibuat dengan prosedur serupa, namun tanpa penambahan tartrazin dalam campuran reaksi (Arabzadeh et al., 2015)

2.3.2. Karakterisasi

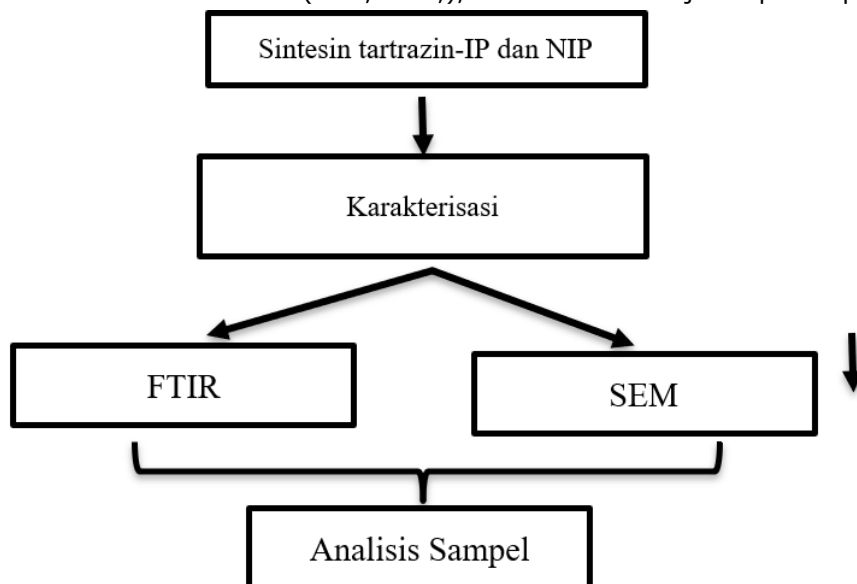
Spektrum FT-IR dianalisis untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada material yang dihasilkan. Karakterisasi dilakukan terhadap tartrazin-imprinted polymer (tartrazin-IP) setelah proses leaching, tartrazin-IP sebelum leaching, serta polimer non-imprinted (NIP) pada rentang bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} . Kesamaan puncak karakteristik yang diamati mengindikasikan adanya kemiripan struktur backbone pada berbagai jenis polimer tersebut. Selain itu, Scanning Electron Microscopy (SEM) dimanfaatkan untuk mempelajari morfologi dan bentuk permukaan partikel polimer yang terbentuk.

2.3.3. Penentuan Konsentrasi Tartrazin pada Sampel

Sampel kerupuk berwarna kuning dilarutkan dalam air distirer selama 30 menit, sampel disaring, kemudian disentrifugasi untuk memisahkan pengotor dari larutan sampel mengandung campuran air dan minyak dipisahkan menggunakan corong pisah. Air yang mengandung tartrazin diubah menjadi pH 3. Polimer bercetakan molekul tartrazin 50 mg ditambah ke dalam sampel pH 3 kemudian didesorpsi menggunakan metanol / amonia (9:1 v/v) dan konsentrasi tartrazin dalam sampel diukur menggunakan Spektro UV-VIS.

2.3.4. Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari 6 tahap yaitu sintesis tartrazin-IP, karakterisasi tartrazin-IP (SEM, FTIR,), dan melakukan Uji sampel. Seperti pada Gambar 2.1

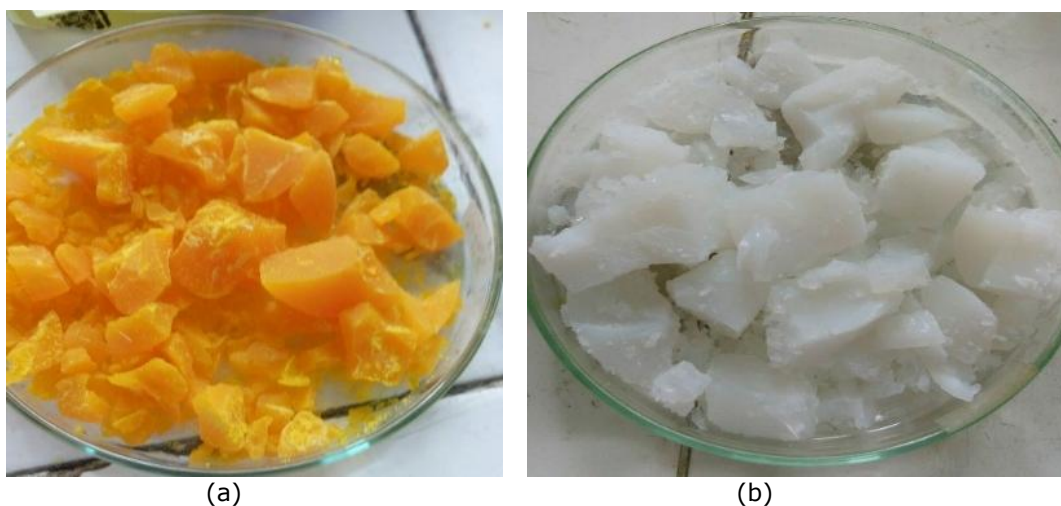


Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

3. Results and Discussion

3.1. Sintesis Polimer Tidak Bercetakan Dan Polimer Bercetakan

Sintesis Polimer Tidak Bercetakan Dan Polimer Bercetakan molekul tartrazine menggunakan monomer asam metakrilat, TRIM sebagai pengikat silang dan inisiator benzoil peroksida. Pelarut dimetil formamid bertindak juga sebagai porogen yang membentuk pori pada hasil sintesis sintesis polimer ini dialirkan gas nitrogen sekitar 10 menit untuk menghilangkan oksigen yang dapat menghambat polimerisasi radikal bebas dengan proses polimerisasi pada suhu 65°C. hasil dari polimerisasi molekul bercetakan tartrazin berwarna kuning dan tanpa cetakan berwarna putih seperti pada gambar 3.1



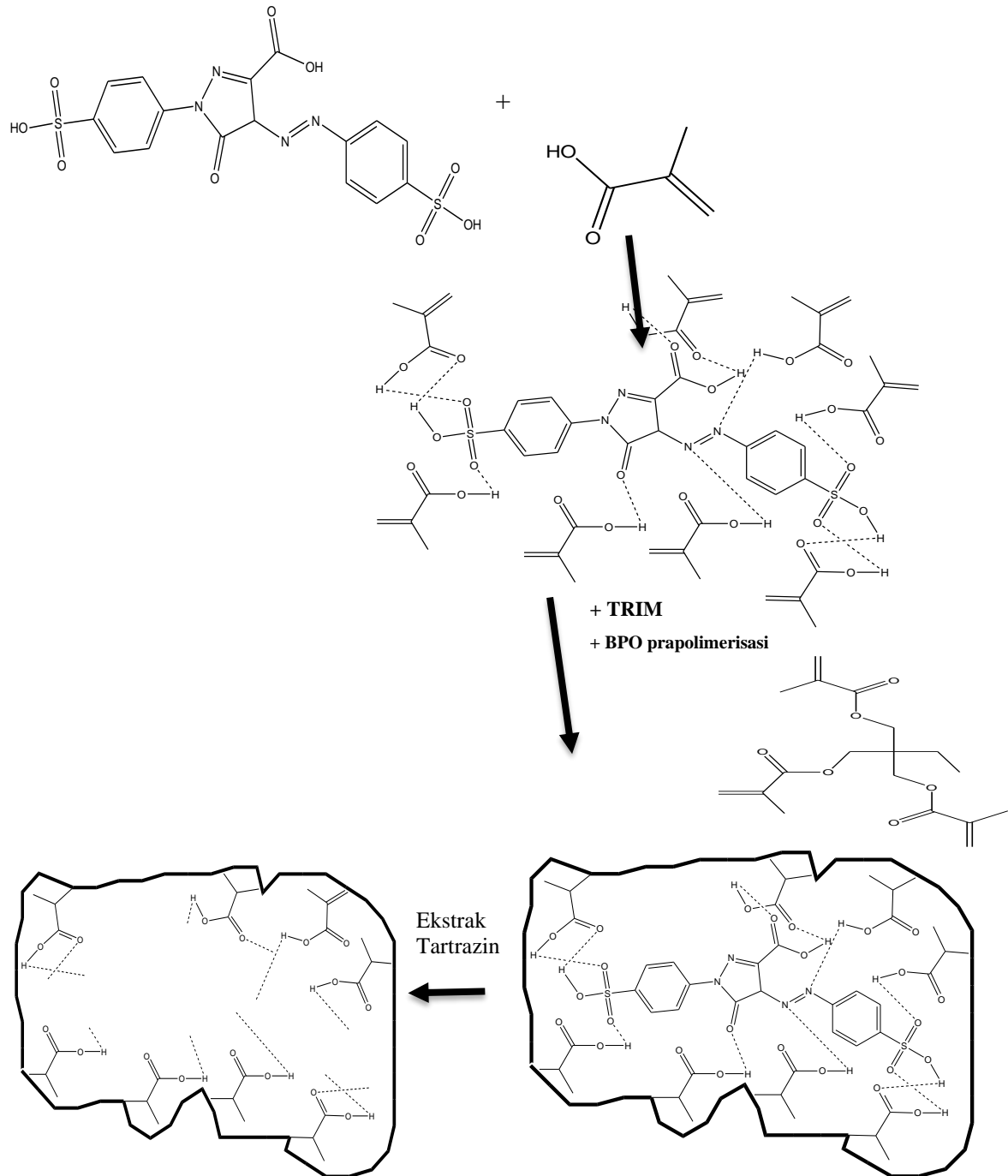
Gambar 3.1 hasil sintesis polimer bercetakan (a) dan tanpa cetakan molekul tartrazin (b)

Larutan methanol ammonia digunakan untuk *leaching* molekul tartrazine dari polimer. Hasil pencucian mengubah warna polimer dari kuning menjadi warna putih.



Gambar 3.2 MIPS *Leaching*

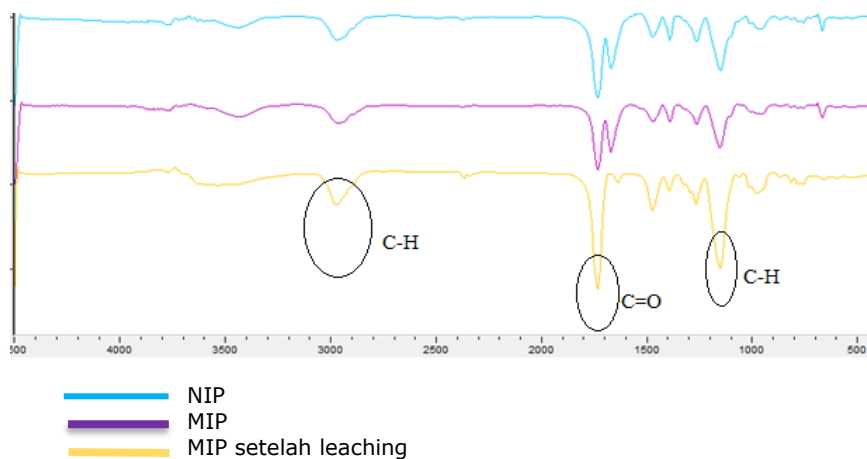
Skema reaksi sintesis polimer bercetakan molekul tartrazin seperti Gambar 3.3



Gambar 3.3 Skema Sintesis Polimer Bercetakan Molekul Tartrazin

3.2. Hasil Karakterisasi FTIR dan SEM

Hasil sintesis polimer bercetakan tartrazin dan polimer tidak bercetakan molekul tartrazin dilakukan karakterisasi. Pada karakterisasi MIP, NIP dan MIP leaching memperlihatkan tidak adanya perbedaan gugus fungsi yang terdeteksi antara ketiga sorben tersebut. Karakterisasi menggunakan spektroskopi IR pada hasil sintesis memberikan spektrum seperti pada Gambar 3.4



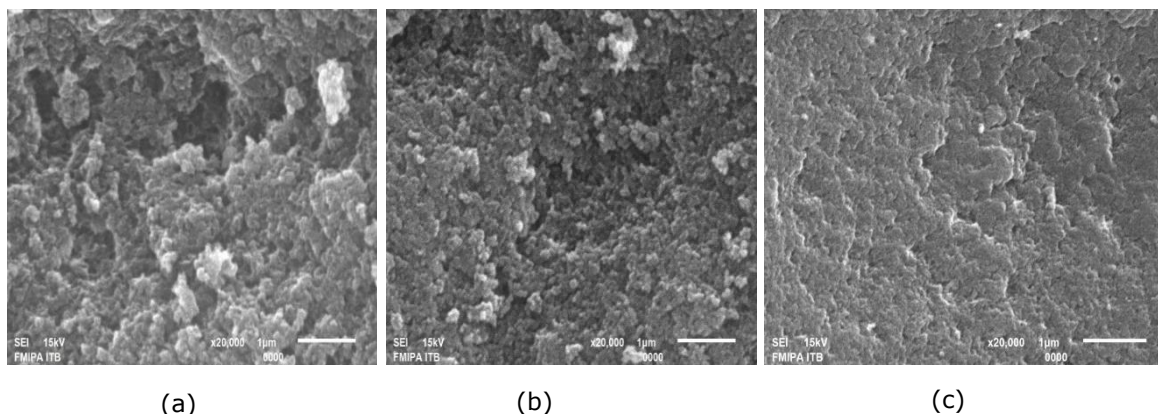
Gambar 3.3. Hasil FTIR MIP, NIP dan MIP Leaching

Dari hasil FTIR dapat dilihat pada table Dimana ada tiga puncak utama dan ada beberapa puncak yang semakin menunjukkan hasil karakterisasi polimer.

Tabel 3.1. Hasil Karakterisasi FTIR MIP, NIP dan MIP Leaching

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi / Vibrasi	Keterangan
586	Vibrasi ulur (stretching) C-Br / C-Cl	Daerah khas untuk ikatan halogen (fingerprint region)
1149	Vibrasi C-H bending	Teridentifikasi pada produk polimer
1732	Vibrasi ulur (stretching) C=O	Menunjukkan keberadaan gugus karbonil (ester)
2966	Vibrasi ulur (stretching) C-H	Menunjukkan adanya ikatan alifatik C-H
3425	Vibrasi ulur (stretching) O-H	Menunjukkan adanya gugus hidroksil (OH)
3441	Vibrasi ulur (stretching) O-H	Puncak lebih lebar, menandakan keberadaan gugus hidroksil

Hasil karakterisasi menggunakan SEM seperti pada Gambar 3.3 dapat menunjukkan adanya perbedaan morfologi NIP (a), tartrazin-IP sebelum ekstraksi cetakan (b) dan tartrazin-IP ekstraksi molekul cetakan dari polimer bercetakan tartrazin(c). Bentuk morfologi yang dihasilkan dari tartrazin-IP *leaching* lebih halus dan ukuran pori lebih homogen dan tidak banyak menumpuk dibanding NIP dan tartrazin-IP.

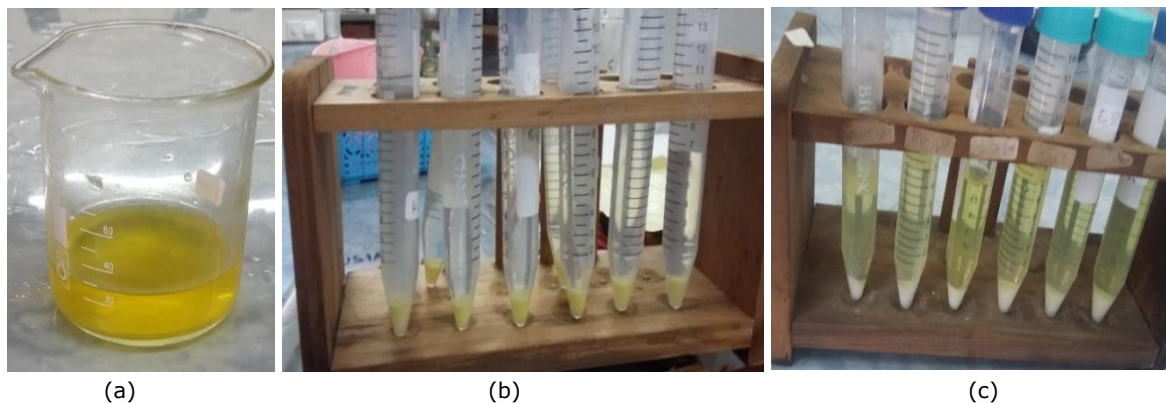


Gambar 3.5 Morfologi permukaan NIP (a), Tartrazin-IP (b), Tartrazin-IP setelah ekstraksi molekul cetakan dengan methanol: ammonia (9:1) dengan perbesaran 20.000x (c)

3.3. Analisis Sampel

Polimer bercetakan molekul tartrazin digunakan dalam analisis sampel kerupuk. Pada penelitian ini dilakukan preparasi terlebih dahulu terhadap kerupuk, kerupuk dilarutkan kemudian dilakukan

proses pemisahan dengan setrifugasi memisahkan endapan dari kerupuk, dan dengan corong pisah untuk pemisahan minyak dan air tartrazine kemudian kerupuk dilakukan adsorpsi dan desorpsi menggunakan polimer bercetakan molekul seperti pada gambar 3.6. Dimana Sampel kerupuk dikontakan dengan MIP dan dilakukan spike tartrazin untuk mengetahui keakurasian pengukuran sampel kerupuk yang mengandung tartrazin.



Gambar 3.6. Gambar Sampel Kerupuk (a), Sampel Kerupuk Setelah Adsorpsi (b) dan Sampel Kerupuk setelah desorpsi(c)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel kerupuk yang dijual di sebuah toko di kota Bandung mengandung 0,42 mg/g atau setara dengan 420 mg/kg yang memiliki arti bahwa sampel kerupuk tersebut sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh badan pengawas obat dan makanan yang maksimal pada kategori pangan yaitu 70 mg/kg. Hasil analisis tartrazin dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Hasil Analisis Tartrazin dengan spike dan tanpa spike

Konsentrasi tartrazin (mg/L)		Hasil Analisis Sampel	
Spike	C ukur (ppm)	% Recovery	Tartrazin pada kerupuk
Sampel kerupuk	1,209	-	0,420 mg/g
1 ppm	2,155	95,47%	-

4. Conclusion

Sintesis polimer bercetakan molekul tartrazin (tartrazin-MIP) melalui metode polimerisasi *in situ* dengan monomer fungsional MAA, agen pengikat silang TRIM, serta inisiator BPO telah berhasil dilakukan. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR menegaskan keberadaan gugus fungsi utama, sementara analisis SEM memperlihatkan morfologi berpori yang mendukung pembentukan rongga pengikatan spesifik. Uji aplikasi terhadap sampel kerupuk menunjukkan konsentrasi tartrazin sebesar 0,42 mg/g (420 mg/kg), melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM (70 mg/kg). Temuan ini menegaskan bahwa tartrazin-MIP memiliki kinerja selektif dan sensitif yang baik, sehingga berpotensi digunakan sebagai material sorben dalam pengawasan residu pewarna sintesis, sekaligus menawarkan pendekatan alternatif yang lebih andal untuk pemantauan keamanan pangan.

References

- (BIOHAZ), E. P. on B. H., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bortolaia, V., Bover-Cid, S., De Cesare, A., Dohmen, W., Guillier, L., Jacxsens, L., & Nauta, M. (2025). Update of the list of qualified presumption of safety (QPS) recommended microbiological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 22: Suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2025. *EFSA Journal*, 23(7), e9510.
- Amchova, P., Siska, F., & Ruda-Kucerova, J. (2024). Food safety and health concerns of synthetic food colors: an update. *Toxics*, 12(7), 466.
- Arabzadeh, N., Khosravi, A., Mohammadi, A., Mahmoodi, N. M., & Khorasani, M. (2015). Synthesis, characterization, and application of nano-molecularly imprinted polymer for fast solid-phase extraction of tartrazine from water environment. *Desalination and Water Treatment*, 54(9), 2452–2460.

- Gao, M., Gao, Y., Chen, G., Huang, X., Xu, X., Lv, J., Wang, J., Xu, D., & Liu, G. (2020). Recent advances and future trends in the detection of contaminants by molecularly imprinted polymers in food samples. *Frontiers in Chemistry, 8*, 616326.
- Hernández, C. J., Medina, R., Maza Mejía, I., Hurtado, M., Khan, S., Picasso, G., López, R., & Sotomayor, M. D. P. T. (2024). Preparation of a Molecularly Imprinted Polymer on Polyethylene Terephthalate Platform Using Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Polymerization for Tartrazine Analysis via Smartphone. *Polymers, 16*(10), 1325.
- Jacinto, C., Maza Mejía, I., Khan, S., López, R., Sotomayor, M. D. P. T., & Picasso, G. (2023). Using a Smartphone-Based Colorimetric Device with Molecularly Imprinted Polymer for the Quantification of Tartrazine in Soda Drinks. *Biosensors, 13*(6), 639.
- Li, G., Qi, X., Wu, J., Wan, X., Wang, T., Liu, Y., Chen, Y., & Xia, Y. (2024). Highly stable electrochemical sensing platform for the selective determination of pefloxacin in food samples based on a molecularly imprinted-polymer-coated gold nanoparticle/black phosphorus nanocomposite. *Food Chemistry, 436*, 137753.
- Min, Y. R., Hong, J.-B., Han, S., Choi, M.-J., Shim, S. B., Jang, H.-W., & Lee, J.-B. (2024). Quantitative analysis of seven commonly used synthetic food color additives by HPLC-PDA. *Applied Biological Chemistry, 67*(1), 100.
- Novais, C., Molina, A. K., Abreu, R. M. V., Santo-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R., Pereira, C., & Barros, L. (2022). Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 70*(9), 2789–2805.
- Park, J., Cho, Y. S., Seo, D. W., & Choi, J. Y. (2024). An update on the sample preparation and analytical methods for synthetic food colorants in food products. *Food Chemistry, 459*, 140333.
- Rubio, F. T. V., Maciel, G. M., Bortolini, D. G., Fernandes, I. de A. A., Pedro, A. C., Ribeiro, I. S., Fávaro-Trindade, C. S., Peralta, R. M., & Haminiuk, C. W. I. (2025). Artificial dyes: Health risks, environmental concerns, and the rise of natural alternatives. *Trends in Food Science & Technology, 105085*.
- Ruiz-Córdova, G. A., Vega-Chacón, J., Sotomayor, M. del P. T., Tuesta, J. C., Khan, S., & Picasso, G. (2024). Development of an optical sensor using a molecularly imprinted polymer as a selective extracting agent for the direct quantification of tartrazine in real water samples. *Polymers, 16*(6), 733.
- Shiralipour, R., & Larki, A. (2017). Pre-concentration and determination of tartrazine dye from aqueous solutions using modified cellulose nanosponges. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 135*, 123–129.
- Singh, T., Pandey, V. K., Dash, K. K., Zanwar, S., & Singh, R. (2023). Natural bio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. *Journal of Agriculture and Food Research, 12*, 100628.
- Villa, C. C., Sánchez, L. T., Valencia, G. A., Ahmed, S., & Gutiérrez, T. J. (2021). Molecularly imprinted polymers for food applications: A review. *Trends in Food Science & Technology, 111*, 642–669.
- Xue, Y., Le Bourvellec, C., Renard, C. M. G. C., Zhao, L., Wang, K., Hu, Z., Wu, J.-Y., & Liu, X. (2025). Food component interactions: a hitchhiker's guide. *Food Innovation and Advances, 4*(3), 304–320.