

**PEMBUATAN *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP)
BERBASIS MONOMER HASIL ESTERIFIKASI KATEKIN DAN
ASAM METAKRILAT MENGGUNAKAN REAGEN HATU**

SKRIPSI

**FITRI RAHMAHDA YANTI
A 252 082**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**PEMBUATAN *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP)
BERBASIS MONOMER HASIL ESTERIFIKASI KATEKIN DAN
ASAM METAKRILAT MENGGUNAKAN REAGEN HATU**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**FITRI RAHMAHDA YANTI
A 252 082**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**PEMBUATAN *MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER* (MIP)
BERBASIS MONOMER HASIL ESTERIFIKASI KATEKIN DAN ASAM
METAKRILAT MENGGUNAKAN REAGEN HATU**

**FITRI RAHMAHDA YANTI
A 252 082**

Juli 2026

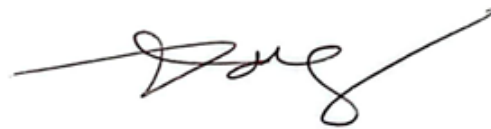
Disetujui oleh :

Pembimbing



Dr. Achmad Zainuddin, M.Sc.

Pembimbing



Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebutkan nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Skripsi ini saya persembahkan kepada diri saya sendiri yang telah berjuang dan bertahan hingga sampai di titik ini. Terima kasih kepada kedua orang tua saya atas doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti. Semua pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa cinta dan kepercayaan yang selalu kalian berikan.

ABSTRAK

Katekin merupakan senyawa polifenol alami dari golongan flavan-3-ols yang memiliki lima gugus hidroksil sehingga berpotensi dimodifikasi melalui reaksi esterifikasi dengan asam metakrilat untuk menghasilkan monomer fungsional sebagai bahan penyusun *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP). Penelitian ini bertujuan memperoleh monomer hasil esterifikasi katekin dan asam metakrilat menggunakan reagen penggandeng HATU (*O*-(azabenzotriazol-1-il)-*N,N,N',N'*-tetrametiluronium heksafluorofosfat), mengkarakterisasi produk hasil sintesis, serta mensintesis polimer berbasis sintesis tersebut sebagai tahap awal pengembangan MIP berbasis katekin melalui metode polimerisasi presipitasi. Metakrilol katekin dimurnikan menggunakan metode ekstraksi cair-cair dan kromatografi kolom, kemudian dipantau menggunakan KLT, serta dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), spektrofotometri UV-Vis, dan penentuan *Degree of Substitution* (DS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa turunan metakrilol katekin berhasil disintesis, yang ditandai dengan munculnya pita karbonil ester C=O pada $1737,17\text{ cm}^{-1}$ dan C–O ester pada $1128,03\text{ cm}^{-1}$, spektrum UV-Vis menunjukkan adanya penambahan gugus kromofor pada metakrilol katekin, dan nilai bilangan ester sebesar 267,096 mg KOH/g, serta nilai derajat substitusi sebesar 2,06. Karakterisasi FTIR terhadap polimer menunjukkan hilangnya pita gugus vinil pada $1630,67\text{ cm}^{-1}$ dan $963,09\text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil penelitian, reaksi esterifikasi katekin dan asam metakrilat menggunakan reagen HATU berhasil menghasilkan monomer fungsional yang digunakan dalam sintesis *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP).

Kata Kunci : Asam metakrilat, HATU, katekin, metakrilol katekin, *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP).

ABSTRACT

Catechin is a natural polyphenolic compound belonging to the flavan-3-ol group, containing five hydroxyl groups that can be modified through esterification with methacrylic acid to produce a functional monomer for Molecularly Imprinted Polymer (MIP). This study aimed to synthesize a monomer through esterification of catechin and methacrylic acid using HATU (O-(azabenzotriazol-1-yl)-N,N,N',N'-tetramethyluronium hexafluorophosphate), characterize the synthesized product, and synthesize a polymer based on the resulting monomer as an initial stage in the development of catechin-based MIP using precipitation polymerization. Methacryloyl catechin was purified through liquid–liquid extraction and column chromatography, monitored using thin-layer chromatography (TLC), and characterized by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, UV–Vis spectrophotometry, and Degree of Substitution (DS) determination. The results indicated successful synthesis of methacryloyl catechin, demonstrated by the appearance of ester carbonyl (C=O) absorption at 1737.17 cm^{-1} and ester C–O absorption at 1128.03 cm^{-1} . UV–Vis analysis indicated the addition of a chromophore group in methacryloyl catechin. The ester value was 267.096 mg KOH/g , with a DS of 2.06. FTIR characterization of the polymer showed disappearance of vinyl group absorption bands at 1630.67 cm^{-1} and 963.09 cm^{-1} . Thus, esterification using HATU successfully produced a functional monomer subsequently used for MIP synthesis.

Keywords: Methacrylic acid, HATU, Catechin, methacryloyl catechin, Molecularly Imprinted Polymer (MIP).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Pembuatan *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) Berbasis Monomer Hasil Esterifikasi Katekin dan Asam Metakrilat Menggunakan Reagen HATU”**.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Dr. Achmad Zainuddin, M.Sc. dan Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si. atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Wiwin Winingsih, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Sri Gustini Husein, S.Si., M.Farm., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
6. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
7. Adik kecil, Jihan Shafitri yang sudah nurut dan menjadi teman penulis,
8. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Irfan Silli. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis,
9. Serta sahabat-sahabat RPL 2025 terutama Aulia Marsha dan Syafira Raka yang telah memberikan inspirasi dan kegembiraan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
KUTIPAN	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Katekin	4
2.1.1 Struktur Kimia dan Klasifikasi	4
2.1.2 Komposisi dan Turunan Utama dalam Bahan Alam	5
2.1.3 Metode Pemisahan Katekin	6
2.2 <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP)	7
2.2.1 Definisi MIP	7
2.2.2 Dasar-dasar <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP)	8
2.2.3 Komponen Penting Pencetakan MIP	9
2.2.4 Jenis-jenis polimerisasi	12
2.2.5 Teknik Pembuatan Polimer	12
2.3 Reagen HATU	14
2.3.1 Definisi HATU	14
2.3.2 Mekanisme Kerja HATU	15
2.3.3 Keunggulan HATU	16

2.4 Karakterisasi Hasil	16
2.4.1 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	16
2.4.2 Penentuan <i>Degree of Substitution</i> (DS) dan Bilangan Ester..	17
2.4.3 Spektrofotometri UV-Vis	18
2.4.4 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	18
BAB III TATA KERJA	20
3.1 Alat.....	20
3.2 Bahan	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.3.1 Sintesis Metakrilol Katekin	20
3.3.2 Karakterisasi Metakrilol Katekin.....	21
3.3.3 Pembentukan <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP).....	25
3.3.4 Karakterisasi MIP dengan FTIR.....	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Sintesis Metakrilol Katekin.....	26
4.1.1 Pemurnian Metakrilol Katekin dengan ECC	29
4.1.2 Pemurnian Metakrilol Katekin dengan kolom.....	31
4.2 Karakterisasi Metakrilol Katekin.....	32
4.2.1 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	32
4.2.2 Spektrofotometri UV-Vis	34
4.2.3 Penentuan <i>Degree of Substitution</i> (DS) dan Bilangan Ester.	34
4.3 Pembentukan <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP)	36
4.4 Karakterisasi Polimer	38
4.4.1 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	37
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	41
5.1 Simpulan	41
5.2 Alur penelitian selanjutnya	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel

4.1 Pemantauan reaksi dengan KLT	28
4.2 Interpretasi Spektrum FTIR Katekin, Asam Metakrilat, dan Metakrilol Katekin	34
4.3 Interpretasi Spektrum FTIR <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP).....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1	Katekin	4
2.2	Katekin	5
2.3	Epigalokatekin.....	5
2.4	Epikatekin galat.....	5
2.5	Epigalokatekin galat.....	6
2.6	<i>Molecularly Imprinted Polymer (MIP)</i>	7
2.7	Struktur Asam Metakrilat.....	10
2.8	Struktur EGDMA.....	10
2.9	AIBN; ABDV; <i>Benzildimethyl acetal</i> ; BPO.....	11
2.10	Asetonitril.....	11
2.11	Struktur HATU... ..	14
2.12	Mekanisme Kerja HATU.. ..	15
4.1	Struktur Metakriloil Katekin.....	26
4.2	Pemantauan Proses Reaksi Menggunakan KLT (a) 30 menit; (b) 1 jam; (c) 2 jam; (d) 3 jam; (e) 4 jam; (f) 5 jam; (g) 6 jam; (h) 24 jam (silika60GF ₂₅₄ ;kloroform).....	27
4.3	Hasil spot KLT Metakriloil Katekin pada lampu UV 254 nm	29
4.4	Hasil Evaporasi Metakriloil Katekin.....	30
4.5	Hasil Spot KLT 14 Vial dan katekin murni	31
4.6	Spektrum IR (a)Katekin; (b)Asam Metakrilat; dan (c)Metakriloil Katekin..	33
4.7	Spektrum UV-Vis (a) Katekin dan (b) Metakriloil Katekin	35
4.8	Hasil polimerisasi MIP	37
4.9	Spektrum IR (a) Katekin; (b) Metakriloil Katekin; (c) MIP.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1	Alur Penelitian	45
2	<i>Certificate of Analysis</i> (CoA) Katekin	48
3	<i>Certificate of Analysis</i> (CoA) Asam Metakrilat.....	49
4	<i>Certificate of Analysis</i> (CoA) HATU.....	53
5	Perhitungan dan Penimbangan Bahan.....	54
6	Perhitungan Nilai Rf	53
7	Perhitungan Nilai <i>Degree Of Substitution</i> (DS).....	54
8	Perhitungan Hasil Evaporasi dan Polimerisasi	55
9	Profil Spektrum IR dalam %Transmitan.....	56
10	Profil Spektrum UV-Vis	56
11	Tahapan Sintesis metakriloil katekin dengan HATU.....	58
12	Tahapan Polimerisasi <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> (MIP).....	60
13	Tahapan Penentuan <i>Degree Of Substitution</i> (DS).....	61

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. *et al.* (2025) 'Aplikasi Cocrystallization dan Molecularly Imprinted Polymer (MIP) dalam Kimia Medisinal: Optimalisasi Bioavailabilitas dan Selektivitas Obat', *Indonesian Research Journal on Education*, 5.
- AOAC International (1995) *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th edn. Arlington, VA: AOAC International.
- BelBruno, J. J. (2019) 'Molecularly Imprinted Polymers', *Chemical Reviews*, 119(1), pp. 94–119.
- Bernatoniene, J. and Kopustinskiene, D. M. (2018) 'The Role of Catechins in Cellular Responses to Oxidative Stress', *Molecules*, 23(4), p. 965.
- Chen, L. *et al.* (2016) 'Molecular imprinting: Perspectives and applications', *Chemical Society Reviews*, 45(8), pp. 2137–2211.
- Cioanca, O. *et al.* (2024) 'Extraction and Purification of Catechins from Tea Leaves: An Overview of Methods, Advantages, and Disadvantages', *Separations*, 11(6), p. 171.
- Coates, J. (2000) 'Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach', in Meyers, R. A. (ed.) *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., pp. 10815–10837.
- El-Faham, A. and Albericio, F. (2011) 'Peptide coupling reagents, more than a letter soup', *Chemical Reviews*, 111(11), pp. 6557–6602.
- Elugoke, S. E. *et al.* (2021) 'Molecularly imprinted polymers (MIPs) based electrochemical sensors for the determination of catecholamine neurotransmitters – Review', *Electrochemical Science Advances*, 1(2), e2000026.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2020) *Farmakope Indonesia*. Edisi VI. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Fauzia, R. P. and Bahti, H. H. (2023) 'Sintesis dan Karakterisasi (3-Aminopropil) Trimetoksisilan Terkonjugasi Asam Folat untuk Fungsionalisasi Nanopartikel', *Chimica et Natura Acta*, 11(1), pp. 36–40.
- Fei, P., Liao, L., Cheng, B. and Song, J. (2017) 'Quantitative analysis of cellulose acetate with a high degree of substitution by FTIR and its application', *Analytical Methods*, 9, pp. 6194–6201.
- Ferdinal, N., Fitri Khairuni and Suryati (2025) 'Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Triterpenoid dari Ekstrak Etil Asetat Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)', *Jurnal Kimia Unand*, 14(2), pp. 1–7.
- Gkika, D. A. *et al.* (2023) 'Application of molecularly imprinted polymers (MIPs) as environmental separation tools', *RSC Applied Polymers*, 2(2), pp. 127–148.

- Hasanah, A. N. *et al.* (2021) 'Factors affecting preparation of Molecularly Imprinted Polymer and methods on finding template-monomer interaction as the key of selective properties of the materials', *Molecules*, 26(18), p. 5612.
- Isemura, M. (2019) 'Catechin in Human Health and Disease', *Molecules*, 24(3), p. 528.
- Kurniatri, A. A., Sulistyaningrum, N. and Rustanti, L. (2019) 'Purifikasi Katekin dari Ekstrak Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 29(2), pp. 153–160.
- Lusiana, N., Purnamasari, R. and Agustina, E. (2025) 'Bioaktivitas Isolate Katekin dari Ekstrak Gambir (*Uncaria gambir*)', *BIOTROPIC: The Journal of Tropical Biology*, 9(1), pp. 58–72.
- Mita, S. R. *et al.* (2025) 'Catechins as Antimicrobial Agents and Their Contribution to Cosmetics', *Cosmetics*, 12(1), p. 11.
- Ostrovidov, S., Ramalingam, M., Bae, H., Orive, G., Fujie, T., Hori, T., Nashimoto, Y., Shi, X. and Kaji, H. (2023) 'Molecularly Imprinted Polymer-Based Sensors for the Detection of Skeletal- and Cardiac-Muscle-Related Analytes', *Sensors*, 23(12), p. 5625.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2001). Introduction to spectroscopy. *Belmont, USA*, 13.
- Pratiwi, R. A. and Nandiyanto, A. B. D. (2022) 'How to Read and Interpret UV VIS Spectrophotometric Results in Determining the Structure of Chemical Compounds', *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 2(1), pp. 1–20.
- PubChem (n.d.) 'Catechin (CID 9064)', PubChem. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/9064> (Accessed: 6 February 2026).
- PubChem (n.d.) 'Epicatechin Gallate (CID 107905)', PubChem. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Epicatechin-Gallate> (Accessed: 21 February 2026).
- PubChem (n.d.) 'Epigallocatechin (CID 72277)', PubChem. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Epigallocatechin> (Accessed: 21 February 2026).
- PubChem (n.d.) 'Epigallocatechin Gallate (CID 65064)', PubChem. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Epigallocatechin-Gallate>
- Rahim, A. *et al.* (2020) 'A total synthesis of cyclodepsipeptide [Leu]6-aureobasidin K using combination of solid- and solution-phase', *Current Chemistry Letters*, 9(2), pp. 97–104.

- Sánchez-González, J. *et al.* (2019) 'NMR spectroscopy for assessing cocaine functional monomer interactions when preparing molecularly imprinted polymers', *Microchemical Journal*, 147, pp. 813–817.
- Serang, H. (2023) Sintesis Molecularly Imprinted Polymers (MIP) Dibutil Ftalat Menggunakan Monomer Metakrilamida dan Kombinasi Trimetilolpropan Trimetakrilat sebagai Pengikat Silang. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sherma, J. (2000) 'Thin-layer chromatography in food and agricultural analysis', *Journal of Chromatography A*, 880(1–2), pp. 129–147.
- Shome, A., Jha, K. T. and Chawla, P. A. (2023) 'Hexafluorophosphate Azabenzotriazole Tetramethyl Uronium (HATU): A Unique Cross-Coupling Reagent', *SynOpen*, 7(4), pp. 566–569.
- Vasapollo, G. *et al.* (2011) 'Molecularly imprinted polymers: Present and future prospective', *International Journal of Molecular Sciences*, 12(9), pp. 5908–5945.
- Vrettos, E. I. *et al.* (2017) 'Unveiling and tackling guanidinium peptide coupling reagent side reactions towards the development of peptide-drug conjugates', *RSC Advances*, 7(80), pp. 50519–50526.
- Xie, L. *et al.* (2020) 'Theoretical insight into the interaction between chloramphenicol and functional monomer (methacrylic acid) in molecularly imprinted polymers', *International Journal of Molecular Sciences*, 21(11), p. 4139.
- Young, R. J. and Lovell, P. A. (2011) *Introduction to Polymers*. 3rd edn. Boca Raton, FL: CRC Press.