



Preparasi Dan Karakterisasi Poliuretan Dengan Penambahan Logam Aluminium Sebagai Adsorben Asap Rokok

Erika Yusnidar, Ricky Andi Syahputra, Jamalum Purba, Ani Sutiani, Ahmad Nasir Pulungan*

Program Studi Kimia, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 09-06-2025

Disetujui: 10-07-2025

Dipublikasikan: 16-07-2025

Kata Kunci;

Poliuretan, aluminium,
adsorben, asap rokok

Keywords:

*Polyurethane, aluminium,
adsorbent, cigarette smoke*

Abstrak

Merokok tembakau diketahui memberikan dampak negatif terhadap kesehatan, termasuk meningkatkan risiko kanker, gangguan kardiovaskular, dan penyakit pernapasan. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa berbahaya seperti polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) dan sianida dalam asap tembakau yang bersifat karsinogenik. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan menggunakan material adsorben seperti busa poliuretan sebagai penyaring asap tembakau. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui karakteristik busa poliuretan yang dimodifikasi dengan penambahan logam aluminium, (2) mengevaluasi kemampuan adsorpsi terhadap senyawa karsinogenik dalam asap rokok menggunakan uji GC-MS, serta (3) menentukan komposisi adsorben yang menghasilkan busa dengan performa optimal. Karakterisasi material dilakukan melalui uji FTIR untuk identifikasi gugus fungsi, *swelling degree* untuk mengukur daya serap terhadap air, SEM-EDX untuk melihat morfologi dan distribusi logam pada struktur busa, serta GC-MS untuk mengidentifikasi jenis senyawa berbahaya yang berhasil diserap oleh adsorben. Hasil FTIR menunjukkan keberadaan gugus fungsi N-H, C-H, C=O, dan C-C pada struktur poliuretan. Uji *swelling degree* memberikan hasil positif, menunjukkan kemampuan serap air yang baik. Analisis SEM-EDX memperlihatkan bahwa logam aluminium terdistribusi dalam pori-pori busa, menyebabkan ukuran pori menjadi lebih kecil. Sementara itu, hasil GC-MS mengonfirmasi bahwa beberapa senyawa karsinogenik seperti piridin, eugenol, dan benzenamine berhasil diserap oleh busa poliuretan yang telah dimodifikasi. Dengan demikian, busa poliuretan yang mengandung logam aluminium berpotensi sebagai material penyaring efektif untuk menurunkan paparan senyawa berbahaya dalam asap tembakau.

Abstract

Tobacco smoking is known to have adverse health effects, including an increased risk of cancer, cardiovascular diseases, and respiratory disorders. These health risks are largely attributed to the presence of toxic compounds in tobacco smoke, such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and cyanide, both of which are carcinogenic. One potential method to mitigate these harmful effects is by using adsorbent materials, such as polyurethane foam, as smoke filters. This study aims to: (1) analyze the characteristics of polyurethane foam modified with aluminum metal, (2)

evaluate the adsorption capability of the material against carcinogenic compounds in cigarette smoke using GC-MS analysis, and (3) determine the optimal adsorbent composition for maximum foam performance. Material characterization was conducted using FTIR to identify functional groups, swelling degree tests to assess water absorption capacity, SEM-EDX to examine surface morphology and aluminum distribution, and GC-MS to identify the carcinogenic compounds adsorbed. FTIR analysis revealed the presence of N-H, C-H, C=O, and C-C functional groups in the polyurethane structure. The swelling degree test showed a positive result, indicating good water absorption ability. SEM-EDX analysis demonstrated that aluminum particles were successfully distributed within the foam's pores, resulting in smaller pore sizes. Furthermore, GC-MS results confirmed the adsorption of several carcinogenic compounds, including pyridine, eugenol, and benzenamine. These findings suggest that aluminum-modified polyurethane foam has the potential to serve as an effective filtering material to reduce exposure to toxic compounds in tobacco smoke.

© 2025 Universitas Riau

*Alamat korespondensi:
e-mail: orangbaik101011@gmail.com
No. Telf: -

1. Pendahuluan

Poliuretan merupakan polimer sintetik hasil reaksi dari poliisocianat dengan polioliol yang mengandung dua gugus hidroksil terhadap isocianat. Polioliol merupakan senyawa alkohol memiliki lebih dari satu gugus hidroksil aktif tiap molekul. Selama ini polioliol banyak dikembangkan dalam bentuk struktur asam lemak yang menghasilkan rantai pendek dan poliuretan yang bagus (Suhendra et al., 2014). Di bidang industri, poliuretan digunakan sebagai busa yang kuat dengan konduktivitas rendah sebagai bahan isolator panas. Di bidang kedokteran, poliuretan digunakan sebagai pelindung muka, dan kantung darah (Nofiyanti & Mariam, 2018)

Busa poliuretan umumnya tidak tahan dengan suhu tinggi dan akan mengalami degradasi, sehingga diperlukan usaha untuk mengatasi permasalahan itu. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi sifat busa poliuretan yang tidak tahan terhadap suhu yang tinggi yaitu memodifikasi busa poliuretan dengan menambahkan logam aluminium. Penambahan logam aluminium terhadap busa poliuretan mampu memperkecil pori-pori dari poliuretan sehingga mampu meningkatkan stabilitas termal dan hidrofilisitas busa PU dan terbukti berpotensi sebagai penyaring asap rokok (Gultom, F. & Hernawaty, 2020)

Aluminium menerima banyak perhatian digunakan untuk aplikasi adsorpsi hidrofilik senyawa organik dan anorganik karena permukaan aluminium dianggap memiliki situs asam Bronsted dan Lewis. Aluminium digunakan juga sebagai lapisan untuk partikel zeolite untuk meningkatkan adsorpsi TSNA. Selanjutnya, filter asap tembakau harus dirancang untuk memungkinkan adsorpsi multi-fungsi senyawa karsinogenik dari asap tembakau dan dibuat menggunakan adsorpsi yang tidak bertentangan dengan rokok produksi filter. Desain dan pabrikasi sebuah bahan berpori cocok untuk digunakan sebagai filter asap tembakau dengan bahan dibuat dengan menggunakan aluminium partikel dengan busa poliuretan yang fleksibel, kemudian nanti akan dibandingkan dengan busa poliuretan yang standar ujung filter rokok (Verdolotti et al., 2012). Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan poliuretan yang digunakan sebagai adsorben. Maspupah et al (2021) telah melaporkan tentang pembuatan filter keramik makropori menggunakan metode replika pada *template* poliuretan dan digunakan sebagai filtrasi air yang mengandung deterjen. Edwin et al (2024) telah mengeksplorasi penggunaan busa poliuretan dan media bochar untuk menyerap nitrat dari limbah cair. Adsalamun et al (2022) telah mensintesis

adsorben poliuretan dan dimodifikasi dengan bentonik digunakan untuk menyerap logam merkuri di lingkungan.

Pada penelitian ini busa poliuretan dimodifikasi dengan penambahan pengisi aluminium yang bertujuan agar zeolit terdistribusi merata pada busa poliuretan. Penggunaan zeolit sebagai pengisi dalam busa poliuretan di karenakan zeolit merupakan senyawa alumina silikat yang tersusun dari logam-logam seperti aluminium, natrium, besi dan sebagainya. Busa poliuretan di preparasi dalam konsentrasi ml yang berbeda dengan harapan diperoleh material busa poliuretan yang memiliki sifat termal yang lebih baik dari material asalnya, kemudian akan dilihat perubahan gugus yang dihasilkan dari reaksi antara kedua komponen.

2. Metode Penelitian

2.1 Pembuatan Adsorben

Pembuatan poliuretan dilakukan dengan cara polimerisasi antara isosianat dan polioli. Dalam penelitian ini isosianat yang digunakan MDI (difenil metana diisosianat), PEG 1000 (polietilen glikol) dan ditambahkan gliserol. Pembuatan poliuretan dilakukan dengan 2 tahapan. Tahap pertama, sebanyak 2 gr PEG dan 2 gr gliserol dimasukkan kedalam gelas kimia, kemudian di *mixer* hingga homogen. Tahapan kedua, ditambahkan dengan MDI sebanyak 4 ml, di *mixer* kembali sampai homogen sekalian gas nitrogen dialirkan di *mixer* selama 5 menit. Kemudian dengan kondisi jumlah gliserol yang optimum ditambahkan aluminium sebanyak 0,003gram kemudian di *mixer* kembali dan dialiri gas nitrogen sampai homogen selama 5 menit. Selanjutnya poliuretan di karakterisasi dengan uji FT-IR untuk meliputi analisis gugus fungsi dan uji swelling (Syahputra, 2017).

2.2 Uji Absorptivitas

Uji absorptivitas ini dilakukan sama dengan orang merokok. Sebelumnya, pada rokok berfilter, filter yang digunakan dalam bentuk kapas sedangkan pada uji absorptivitas ini filter yang digunakan yaitu adsorben poliuretan. Pada uji ini dihisap menggunakan penghisap rokok sampai batas filter yaitu adsorben asap rokok kemudian adsorben direndam dengan DMSO selama 24 jam kemudian disaring filtratnya dan dikarakterisasi dengan FT-IR dan GCMS.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Pembuatan Poliuretan dan Adsorben Poliuretan

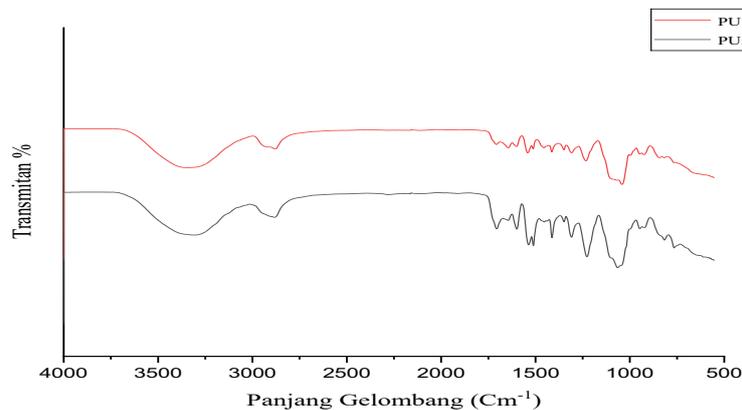
Pembuatan poliuretan dilakukan dengan 2 tahap. Tahap I penggabungan PEG 1000 dengan Gliserol, dan tahap II penambahan MDI. Pembuatan adsorben asap rokok poliuretan dilakukan dengan 3 tahap. Tahap I penggabungan PEG 1000 dengan gliserol, tahap II penambahan MDI dan tahap III penambahan aluminium. Hasil pembuatan poliuretan dan adsorben poliuretan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk poliuretan dan adsorben poliuretan

Berdasarkan Gambar 1a menunjukkan poliuretan berbentuk busa, memiliki tekstur aku tetapi tidak keras dan permukaan mengembang dan kering. Hal ini disebabkan oleh komposisi polioliol yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan isosianat. Penambahan gliserol yang sesuai dapat membuat bentuk poliuretan menjadi busa yang lunak. Pada Gambar 1b menunjukkan bahwa poliuretan dengan kondisi jumlah gliserol yang optimum kemudian ditambahkan aluminium sebanyak 0,003 gr menunjukkan adanya busa, memiliki tekstur lunak, lembut permukaan aluminium merata sempurna. Semakin banyak penambahan volume polioliol maka sifat kekerasan dari perekat yang terbentuk semakin menurun. Hal ini disebabkan gugus hidroksil pada polioliol sangat banyak sehingga jika berkaitan dengan MDI dan PEG akan membentuk rantai yang bercabang dan tidak teratur yang mengakibatkan kekerasan dan kekakuan semakin menurun (Marsely, 2015)

Poliuretan dan PUA1 yang telah berhasil terbentuk, kemudian dianalisis menggunakan FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi dan spektra yang dihasilkan. Pada analisis FT-IR kedua sampel diperlakukan sama hal dalam analisisnya seperti massa sampel dan cara pengerjaan dengan perlakuan yang sama. Spektra IR pembentukan poliuretan dengan adsorben dapat dilihat pada Gambar 2.

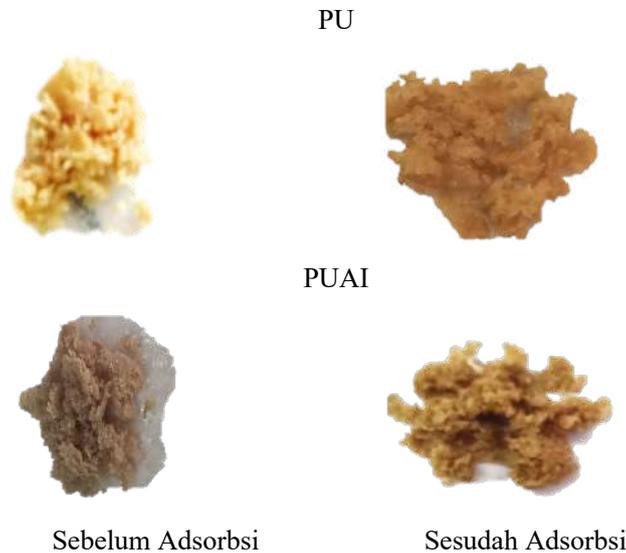


Gambar 2. Spektra IR pembentukan PU dan PUA1

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan spektra dari hasil sintesis PU dan PUA1 menunjukkan daerah serapan yaitu 3340cm⁻¹ untuk busa PU dan 3307cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus N-H. Serapan pada daerah 2879cm⁻¹ untuk busa PU dan 2883cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-H (alkana). Serapan pada daerah 1707cm⁻¹ untuk busa PU dan 1705cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C=O. Serapan pada daerah 1541cm⁻¹ untuk busa PU dan 1536cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C=C. Serapan daerah 1041cm⁻¹ untuk busa PU dan 1065cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-O. Serapan daerah 925cm⁻¹ untuk busa PU dan 947cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-H (alkena) (Gultom & Hernawaty, 2020).

3.2 Pengujian Adsorben

Uji adsorpsi dilakukan dengan mengganti bagian dari filter rokok dengan busa PU dan PUA1. Kemudian dilakukan uji coba rokok dengan menggunakan alat penghisap yang sama seperti orang merokok. Pada penelitian ini busa PU dan PUA1 yang disintesis ini dicirikan oleh morfologi pori terbuka dengan ukuran pori dan interkoneksi yang memadai untuk memastikan aliran fase uap yang optimal selama merokok. Tampilan makroskopis busa PU dan PUA1 sebelum dan sesudah pengujian adsorpsi asap rokok dapat dilihat pada Gambar 3.



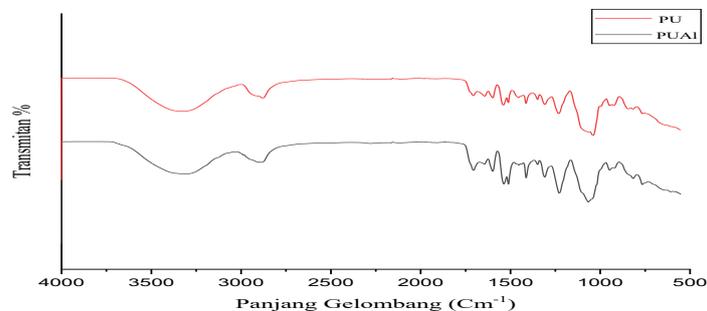
Gambar 3. Busa PU dan PUAl Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Asap Rokok

Gambar 3.3 menunjukkan Warna kuning PU berubah menjadi abu-abu karena adanya bubuk aluminium di dalam busa, dan kedua sampel menunjukkan morfologi homogen. Setelah tes merokok, busa PU dan PUAl tetap mempertahankan bentuk aslinya, sedangkan warnanya berubah menjadi lebih gelap, menunjukkan adsorpsi senyawa nikotin dan tar (Verdolotti et al., 2012)

3.3. Karakterisasi Adsorben

1. Hasil Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

FTIR digunakan untuk identifikasi senyawa dan gugus fungsi yang terkandung dalam poliuretan dan adsorben poliuretan. Analisis FTIR dilakukan pada ujung filter PU dan PUAl sebelum dan sesudah tes merokok, untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam filter dapat dilihat pada Gambar 4 FTIR sebelum tes merokok dan sesudah merokok.



Gambar 4. Hasil FTIR PU dan PUAl Sesudah Tes Merokok

Berdasarkan Gambar 4 hasil karakterisasi dengan menggunakan spektrum IR pada daerah serapan hampir sama dengan daerah serapan pembentukan poliuretan yaitu 3325cm⁻¹ untuk busa PU dan 3307cm⁻¹ untuk busa PUAl, merupakan gugus N-H. Serapan pada daerah 2879cm⁻¹ dan

2878cm⁻¹ untuk busa PU, 2883cm⁻¹ dan 2901cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-H (alkana). Serapan pada daerah 1706cm⁻¹ untuk busa PU dan 1705cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C=O. Serapan pada daerah 1539cm⁻¹ untuk busa PU dan 1511cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C=C. Serapan daerah 1040cm⁻¹ untuk busa PU dan 1066 cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-O. Serapan daerah 947cm⁻¹ untuk busa PU dan 947cm⁻¹ untuk busa PUA1, merupakan gugus C-H (alkena) (Gultom & Hernawaty, 2020).

2. Analisis uji derajat pengembangan (*sweling degree*)

Swelling degree ialah selisih antara perubahan tinggi saat dilakukan perendaman dengan tinggi sebelum dilakukan perendaman yang dinyatakan dalam bentuk persen (%). Uji derajat pengembangan ini dilakukan untuk mengetahui daya serap busa poliuretan terhadap pelarut air dan mengindikasikan adanya taut silang yang terbentuk pada daerah segmen keras. Hasil uji derajat pengembangan busa PU dan PUA1 bisa dilihat pada Tabe 1.

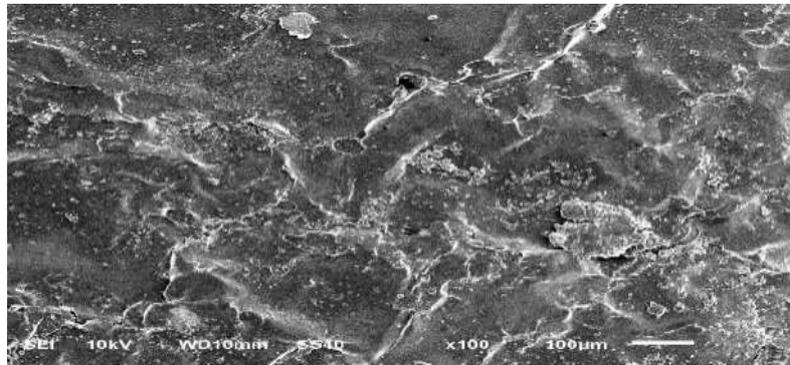
Tabel 1. Hasil Uji Derajat Pengembangan busa PU dan PUA1

No	Sediaan Busa	M1 (gram)	M2 (gram)	S (%)
1	PU	0,50	0,92	84
2	PUA1	0,50	0,98	96

Keterangan : M1 = massa sebelum direndam , M2 = massa sesudah direndam, S= selisih

3. Analisis SEM-EDX - Mapping

Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) bertujuan untuk melihat gambaran dari struktur lapisan yang lebih jelas dengan skala perbesaran yang lebih besar dibandingkan dengan uji struktur mikro. Sedangkan Energy X-Ray (EDX) bertujuan mengetahui unsur-unsur yang terdapat didalamnya. Sifat morfologi dan distribusi ukuran pori busa PUA1 dapat dilihat pada Gambar 5.

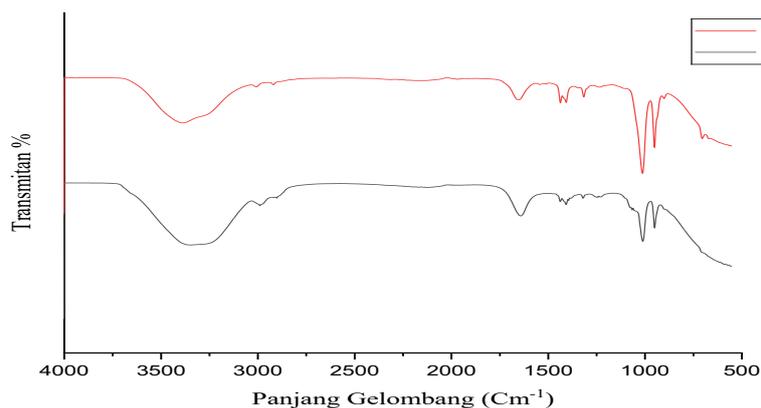


Gambar 5. Morfologi PUA1

Mikrograf SEM dari penampang ditunjukkan dengan busa mempunyai ciri porositas yang saling berhubungan. Penambahan partikel Al mengurangi ukuran pori-pori busa PU dan memperbesar dinding pori-pori kekerasan. Dan hasil EDX menyatakan bahwa keberadaan partikel Al pada dinding busa merupakan aspek penting untuk adsorpsi senyawa beracun oleh filter (Verdolotti et al., 2012). Morfologi rokok standar, menyoroti ukuran partikel dan adanya porositas pada ukuran mikrometri dan nanometrik. Kandungan unsur Al ditandai dengan memiliki warna yang lebih terang. Pada hasil uji struktur mikro 100x mengalami perubahan ukuran butiran lebih kecil dan halus (Amril, 2016).

4. Uji Ketahanan Adsorben Terhadap Pelarut

Untuk mengetahui senyawa karsinogenik yang teradsorpsi pada adsorben maka diperlukan pelarut yang sesuai dan tidak merusak adsorben yang telah disintesis. Senyawa karsinogenik pada asap rokok cenderung berasal dari senyawa alkaloid yang memiliki kekuatan polaritas. Pada penelitian ini digunakan DMSO untuk mengelusi senyawa karsinogenik. Untuk melihat adanya senyawa karsinogenik yang teradsorpsi dalam adsorben, selanjutnya adsorben dianalisis dengan FTIR. Hasil analisis FTIR dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil FTIR PU dan PUA1 Terhadap Pelarut

Berdasarkan Gambar 3.6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan PU dan PUA1 sebelum dan sesudah adsorpsi. Dimana terdapat pergeseran gugus fungsi dan mengalami pergeseran bilangan gelombang pelebaran *peak*. Pada gugus N-H tidak mengalami pergeseran bilangan gelombang melainkan pelebaran puncak pada bilangan 3392 cm^{-1} dan 3351 cm^{-1} . Hal ini terjadi karena adanya senyawa kimia yang berinteraksi dengan gugus N-H seperti ikatan hidrogen ataupun interaksi non kovalen lainnya sehingga mengakibatkan puncak gugus N-H menjadi melebar. Selanjutnya, untuk gugus C=O dan C-O mengalami pergeseran bilangan gelombang seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pergeseran bilangan gelombang

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})			
	PU	PU'	PUA1	PUA1'
C=O	1707	1652	1705	1643
C-O	1041	1013	1065	1011

Berdasarkan Tabel 3.2 mengkonfirmasi bahwa terjadi pergeseran bilangan gelombang pada gugus C=O dan C-O. Pergeseran secara berurutan pada bilangan gelombang sebelum dan sesudah adsorpsi pada kedua adsorben. Hal ini mengindikasikan bahwa ada senyawa karsinogenik yang berinteraksi dengan gugus tersebut. Berdasarkan penelitian (Verdolotti et al., 2012) menyatakan bahwa bergesernya bilangan gelombang dan berkurangnya area pada gugus karbonil mengindikasikan bahwa adanya kontaminan yang berasal dari asap rokok yang teradsorpsi pada adsorben seperti senyawa aldehid, amida dan senyawa polisiklis aromatik hidrokarbon (PAH).

5. Analisis GC-MS

Adsorben yang telah mengadsorpsi senyawa karsinogenik pada asap rokok diekstraksi dengan menggunakan pelarut DMSO dengan metode maserasi. Ekstrak dari adsorben dianalisis dengan GC-MS, adapun senyawa karsinogenik yang dihasilkan terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Senyawa karsinogenik yang teradsorpsi pada adsorben

No	Ret. Time	Area (%)	Nama Senyawa
1	6,552	2,24	Pyridine
2	6,756	59,89	Eguenol
3	16,313	5,21	4'4-Methylenedianiline
4	17,275	30,54	Benzenamine

Pyridine (C_5H_5N) adalah senyawa organik heterosiklis berbentuk cincin aromatik sederhana. Kandungan zat kimia yang sangat beracun dalam tembakau adalah nikotin, 3(1-metil-2-pirolidinil) pridin terdapat di daun *Nicotiana tabacum* (Nurul dan Patabang, 2019). Nikotin dalam asap rokok akan diabsorpsi oleh sel mukosa saluran pernafasan, bekerja sebagai simulator, merangsang susunan saraf dan menyebabkan ketergantungan pada orang yang merokok. Dalam nikotin murni terdapat dampak positif dan negatif. Dampak positif diantaranya adalah berperan sebagai *anxiolysis*, *cognitive enhancement*, *cerebro vasolidation*, *neuroprotection*, analgesia dan antipsychotic. Sedangkan dampak negatif ialah distress, hypothermia, emesis, hypertention, seizuress dan respiratory distress (Kuntjahjawati Kuntjahjawati, 2017).

Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$) adalah turunan guaiakol dikelompokkan dalam senyawa-senyawa fenol yang bersumber dari minyak cengkih. Komponen utama minyak cengkeh ialah eugenol sekitar 70-90%, merupakan cairan berwarna kuning pucat yang bila terkena cahaya matahari berubah menjadi coklat hitam dan berbau spesifik. Eugenol banyak digunakan sebagai campuran bahan pewangi seperti parfum, deodoran, sabun, sampo, detergen, serta sebagai bahan intermediat dalam produksi vanili sintetik. Eugenol aman digunakan jika sesuai aturan dan dosis yang tepat, penggunaan yang berlebihan mengakibatkan berbagai efek samping yaitu: kejang, diare, mual atau muntah, gangguan pernafasan, batuk darah, luka bakar dimulut dan tenggorokan, detak jantung lebih cepat dan merusak fungsi hati (Putri et al., 2014)

4'4-Methylenedianiline (MDA) adalah senyawa organik dengan rumus kimia ($C_{13}H_{14}N_2$) merupakan agen senyawa karsinogenik. Senyawa ini berupa padatan tak berwarna (seperti es batu), padatan berwarna kuning pucat dengan sedikit bau tajam. Senyawa ini sedikit tercampur dalam air dan tidak menguap pada suhu kamar, jika dibiarkan dalam wadah terbuka, perlahan berubah menjadi warna coklat karena reaksi kimia dengan komponen yang ada di udara. Senyawa ini diproduksi oleh industri terutama untuk pembuatan busa poliuretan, pembuatan pelapis bahan resin *epoxy*, *spandexfiber*, pewarna dan sebagainya. Senyawa ini memiliki beberapa bahaya yaitu: berbahaya jika tertelan dan bersentuhan dengan kulit, menyebabkan iritasi kulit, menyebabkan iritasi mata, berbahaya jika terhirup, menyebabkan iritasi pernafasan dan menyebabkan kanker (Fernando, 1998)

Benzenamine ($C_6H_5NH_2$) dikenal juga sebagai anilin adalah cairan berminyak yang tidak berwarna hingga kecoklatan dan memiliki bau yang khas. Benzenamine memiliki sifat-sifat yaitu: higroskopis, cukup larut dalam air, berubah menjadi gelap jika terkena udara dan cahaya, memiliki rasa terbakar, basa lemah dan membentuk garam dengan asam mineral. Benzeamine digunakan di industri karet (ban, sarung tangan dan balon). Dalam indudtri obat digunakan untuk memproduksi

obat (*paracetamol, acetaminophen, dan tylenol*). Dalam industri pertanian digunakan dalam bentuk pestisida dan fungisida. Adapun efek samping anilin yang merugikan antara lain: mengiritasi kulit, mata dan saluran pernafasan, mengganggu pengiriman oksigen ke jaringan, menyebabkan kerusakan sel darah merah, menyebabkan gangguan kardiopulmoner dan menyebabkan neoplasia ginjal, uretra, kandung kemih dan hematologi (Syamsudin et al., 2018).

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa adanya senyawa karsinogenik yang teradsorpsi. Adapun senyawa-senyawa karsinogenik dapat memicu terjadinya kanker. Senyawa karsinogenik yang dapat diadsorpsi antara lain pyridine, eugenol, 4,4'-methylenedianiline dan benzenamine. Berdasarkan kadar senyawa karsinogenik yang diadsorpsi, hal ini terjadi karena memiliki taut silang dan dapat menahan senyawa karsinogenik yang lewat melalui adsorben sehingga banyak senyawa karsinogenik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan:

1. Pembuatan poliuretan dilakukan dengan 2 tahap yaitu penggabungan PEG 1000 dengan gliserol (tahap I) kemudian tambahkan MDI (tahap II) menghasilkan warna kuning muda, ringan dan memiliki pori yang besar. Sedangkan pembuatan adsorben dilakukan 3 tahap yaitu penggabungan PEG 1000 dengan gliserol (tahap I) kemudian tambahkan MDI (tahap II) dan tambahkan logam aluminium (tahap III) menghasilkan warna abu-abu, ringan dan memiliki pori yang lebih kecil.
2. Adsorben yang telah dilakukan uji adsorbsivitas dan sudah dianalisis maka didapatkan senyawa pyridine, eugenol, 3,3'-Diaminodiphenylmethane dan Benzenamine, 4,4'-methylenebis.
3. Poliuretan yang menghasilkan busa optimum ialah dengan variasi komposisi PEG : gliserol : MDI : logam aluminium (2:2 :4:0,003) menghasilkan busa yang lembut, lunak, dan mudah dibentuk.

Daftar Pustaka

- Adisalamun, A., Fauzi, F., Zakira, M. G., & Novferi, S. (2022). Sintesis Adsorben Poliuretan Termodifikasi Bentonit Untuk Adsorpsi Logam Merkuri. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan*, 3(2): 5-14
- Amril, A. (2016). *Analisa Scanning Electron Microscope (SEM) Hasil Spot Welding Aluminium (Al) dengan Penambahan Serbuk Tembaga (Cu) Mesh 60*. In Universitas Muhammadiyah Surakarta : 1–23.
- Edwin, T., Mera, M., Komala, P. S., Zulkarnaini, Z., & Nabila, A. S. (2024). Penyisihan Nitrat Menggunakan Kolom dengan Media Biochar dan Busa Poliuretan. *Dampak*, 21(2): 1-6.
- Fernando. (1998). *Toxicological Profile for Methylenedianiline*. In *ATSDR's Toxicological Profiles* (Nomor August). U.S. Department of Health and Human Services
- Gultom, F. & Hernawaty, H. (2020). The Effect of Sarulla Natural Nanozeolite Addition in the Preparation of Nanocomposite Foam Polyurethantsviewed From Ftir Characterization. *Jurnal Darma Agung*, 28(3): 507- 524
- Kuntjahjawati K. P. D. (2017). Identifikasi Komponen Volatil Asap Cair Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) Rajangan. *Agritech*, 24(1): 17-22
- Maspupah, R., & Hadisantoso, E. P. (2020). Macroporous Ceramic Filter through Polyurethane Template Replication Method: Characterization and Detergent Wastewater Filtration Trials. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 29(2): 109-122.
- Marsely, A. S. & Y. (2015). Pemanfaatan Maltosa Dan Gliserol Sebagai Sumber Polioliol Dalam Pembuatan Perkat Poliuretan. *Saintika*, 15(1):1-11
- Nofiyanti, E., & Mariam, N. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Busa Poliuretan dari Minyak Goreng Bekas dan Toluene Diisosiyanat dengan Penambahan PEG-400. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 1(1), 21- 25

- Nurul S. A., Patabang, L. Y. B. (2019). Gradasi buffer “granul drumstick sebagai bio air purifier. *Farbal*, 7: 85–92.
- Putri, R. L., Hidayat, N., Rahmah, N. L., (2014). Pemurnian Eugenol Dari Minyak Daun Cengkeh Dengan Reaktan Basa Kuat KOH dan BA(OH)₂ (Kajian Konsentrasi Reaktan). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 3(1): 1–12.
- Suhendra, D., Solehah, A., Asnawati, D., & Gunawan, E. R. (2014). Sintesis Poliuretan Dari Asam Lemak Teroksidasi Minyak Inti Buah Nyamplung Melalui Proses Polimerisasi Menggunakan Toluena Diisosiyanat. *Chemistry Progress*, 6(2): 62–69.
- Syahputra, R. A. (2017). Pengaruh Penambahan Gliserol Dari Minyak Jelantah Pada Pembuatan Poliuretan. *Kultura*, 41–46.
- Syamsudin, D., Ismiyanto, I., & Ngadiwiyana, N. (2018). Synthesis and Antibacterial Testing of Imina Derivative Compounds from Piperonal and Anilin. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(1): 44–48.
- Verdolotti, L., Salerno, Lamanna, A. N. P. N., & Iannace, S. (2012). A novel hybrid PU-alumina flexible foam with superior hydrophilicity and adsorption of carcinogenic compounds from tobacco smoke. *Elsevier : Microporous and Mesoporous Materials*, 151; 79–87.