

OPTIMALISASI EKSTRAKSI ASPAL BUTON MENGGUNAKAN METODE SOXHLET DENGAN PENGARUH PELARUT N-HEXANE, TRICHLOROETHYLENE DAN TOLUENE SEBAGAI PEMANFAATAN PEMBUATAN PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE (PCC)

*Evan Fernando¹, Athanasius Priharyoto Bayuseno², Jamari²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, S.H., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: evanfernando2003@gmail.com

Abstrak

Aspal Buton adalah aspal alami yang merupakan deposit batuan di sekitar Pulau Buton. Selain digunakan sebagai bahan konstruksi, aspal Buton memiliki kandungan mineral karbonat yang bermanfaat, tetapi belum dapat dimanfaatkan sepenuhnya secara optimal. Limbah ini berpotensi menjadi bahan baku alternatif untuk pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC), yang banyak digunakan dalam berbagai industri seperti kertas, plastik, dan farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ekstraksi optimal dari limbah aspal Buton menggunakan metode *Soxhlet* dengan variasi pelarut *N-Hexane*, *Trichloroethylene*, dan *Toluene*, serta mempelajari pengaruh waktu ekstraksi selama 6-8 jam dengan interval 1 jam pada suhu titik didih masing-masing pelarut. Residu yang dihasilkan dari ekstraksi ini mengandung mineral CaCO_3 yang cukup tinggi untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku pembuatan PCC. Karakterisasi residu dilakukan menggunakan uji *Yield Bitumen*, *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengidentifikasi kandungan mineral dan struktur kimianya. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap optimalisasi pemanfaatan limbah aspal Buton, sekaligus mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk pengolahan material berbasis mineral karbonat.

Kata kunci: aspal buton; limbah aspal; *precipitated calcium carbonate* (pcc); soxhlet

Abstract

Buton asphalt is a natural asphalt located in rock formations on Buton Island and its vicinity. In addition to serving as a construction material, solid waste from Buton asphalt contains valuable carbonate minerals that have not been fully optimized. This waste can serve as an alternative raw material for the production of Precipitated Calcium Carbonate (PCC), utilized extensively in sectors like paper, plastics, and medicines. This study seeks to assess the best extraction of Buton asphalt waste by the Soxhlet method utilizing various solvents, namely N-Hexane, Trichloroethylene, and Toluene, while examining the impact of extraction duration ranging from 6 to 8 hours in 1-hour increments at the respective boiling points of each solvent. The residue generated from this extraction contains sufficient CaCO_3 minerals to be repurposed as source material for PCC production. The residue was characterized via Yield Bitumen, X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD), and Fourier Transform Infrared (FTIR) analyses to ascertain its mineral composition and chemical structure. This study's findings aim to enhance the exploitation of Buton asphalt waste and promote the advancement of eco-friendly technologies for processing carbonate mineral-based materials.

Keywords: asphalt waste; buton asphalt; *precipitated calcium carbonate* (pcc); soxhlet

1. Pendahuluan

Penggunaan energi di Indonesia meningkat signifikan akibat kemajuan sosial yang menuntut pasokan energi lebih besar. Namun, tantangan yang dihadapi adalah terbatasnya sumber daya energi seiring perkembangan tersebut. Bahan bakar minyak, sebagai sumber energi non terbarukan, akan habis atau memerlukan waktu lama untuk dipulihkan. Deposit aspal di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara, yang dikenal sejak tahun 1920-an, merupakan satu satunya deposit aspal alam yang ditambang di Indonesia, mengandung 15 hingga 35% aspal/bitumen dengan cadangan antara 100 hingga 132 juta ton (Satyana, 2018). Dalam situasi ini, diperlukan alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang terbatas seperti fosil dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Bahan bakar alternatif seperti biomassa, biodiesel, dan biogas, yang bersumber dari tumbuhan, memiliki potensi diperbaharui melalui siklus regenerasi alam. Namun, pengembangan energi alternatif ini masih terhambat oleh kapasitas produksi dan ketersediaan lahan yang terbatas [1].

Kurangnya pemanfaatan aspal Buton (asbuton) merupakan suatu masalah, meskipun memiliki potensi signifikan sebagai alternatif aspal berbasis minyak bumi. Aspal alam ini, yang banyak ditemukan di Pulau Buton, memiliki komposisi unik dengan kandungan aspal tinggi antara 20% hingga 30% [2]. Pemanfaatan aspal Buton (asbuton) dengan metode ekstraksi yang efektif menarik perhatian sebagai alternatif berkelanjutan untuk aspal berbasis minyak bumi.

Asbuton memiliki komposisi kimia dan sifat fisik unik, yang memungkinkan ekstraksi dan modifikasi untuk berbagai aplikasi. [3].

Ekstraksi pelarut terbukti efektif dalam pemulihan aspal dari berbagai sumber, termasuk asbuton dan pasir minyak. Penelitian oleh Liu dkk. menunjukkan bahwa pilihan pelarut memengaruhi efisiensi ekstraksi dan sifat aspal yang dipulihkan [4]. Temuan serupa juga disampaikan oleh Wang dkk. (2014, yang menemukan bahwa ekstraksi pelarut dapat meningkatkan perolehan aspal dari pasir minyak dengan memperbaiki interaksi antara aspal dan pelarut, sehingga mengurangi kandungan halus pada aspal yang diekstraksi [5]. Optimalisasi kondisi ekstraksi (suhu dan pelarut) berperan penting dalam meningkatkan hasil aspal. Li dkk. (2020) menegaskan bahwa penggilingan dan pemanasan pada proses ekstraksi menunjukkan peningkatan kualitas aspal termodifikasi batu Buton [6]. Metode ekstraksi hibrida (ekstraksi berair berbantuan biodiesel) meningkatkan perolehan bitumen menunjukkan bahwa kombinasi pelarut dapat mengoptimalkan efisiensi ekstraksi [7]

Kandungan aromatik pelarut berpengaruh signifikan terhadap pemulihan aspal, sehingga pemilihan pelarut yang tepat menjadi kritis dalam proses ekstraksi [8] Pemilihan pelarut yang tepat sangat penting untuk efektivitas proses ekstraksi, yang menghasilkan kualitas dan hasil aspal yang lebih baik. Ekstraksi yang efektif juga dapat mengisolasi zat anorganik berguna seperti kalsium karbonat (CaCO_3) dari matriks mineral, yang memiliki potensi lebih lanjut dalam produksi biokeramik untuk regenerasi tulang [9] [10]. Penelitian ini menggunakan tiga pelarut *n*-hexane, trichlorethylene, dan toluene yang dipilih karena polaritasnya yang berbeda untuk mengoptimalkan ekstraksi aspal Buton, untuk aplikasi residu ekstraksi dalam sintesis Precipitated Calcium Carbonate (PCC)

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan dan Metode Penelitian: Penelitian ini menggunakan limbah aspal buton, *n*-hexane, *trichlorethylene*, dan *toluene*. Penelitian ini menggunakan eksperimen didalam laboratorium dengan tiga proses. Proses pertama melibatkan pengurangan ukuran aspal buton dengan mesh. Selanjutnya, aspal buton diekstraksi dari setiap larutan. . Lalu, Proses ketiga melakukan pengeringan aspal buton guna menghilangkan sifat larutan. Hasil produk berupa serbuk hasil ekstraksi aspal buton. Kemudian, hasil ekstraksi dikarakterisasi dan dianalisis dengan *Yield Bitumen*, pengujian *Fourier-Transform Infrared* (FTIR), pengujian *X-ray Diffraction* (XRD), pengujian *X-ray Fluorescence* (XRF).

2.1 Proses ekstraksi menggunakan metode soxhlet

Proses ekstraksi dimulai dengan memasukkan serbuk asbuton ke dalam kertas saring sebanyak 200 gram, kemudian serbuk asbuton dimasukkan kedalam *thimble extractor* dan menambahkan larutan yang digunakan (*n*-hexane, *trichlorethylene* dan *toluene*) sebanyak 1 liter menggunakan gelas *beaker*, kemudian *heating mantle* diset hingga suhu 120°C lakukan *set timer* sesuai dengan variasi 6 jam, 7 jam dan 8 jam. Setelah ekstraksi telah mencapai waktu yang ditentukan keluarkan serbuk asbuton yang terbungkus dari dalam *thimble extractor*, kemudian keluarkan serbuk dan letakkan kedalam gelas *beaker*, masukkan gelas beaker yang berisi asbuton kedalam oven selama 2 jam pada suhu 110°C , kemudian keluarkan serbuk asbuton yang sudah dikeringkan untuk dilakukan pengujian.

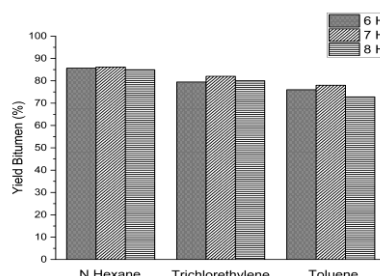
2.2 Karakteristik ekstraksi aspal buton

Karakteristik Hasil ekstraksi kemudian dikarakterisasi dengan *Yield Bitumen*, pengujian *Fourier-Transform Infrared* (FTIR), pengujian *X-ray Diffraction* (XRD), pengujian *X-ray Fluorescence* (XRF). Dalam menganalisa keempat karakterisasi tersebut digunakan *software* Origin 2024 dalam membuat gambar hasil analisa dari data yang didapatkan dan menggunakan difraktometer PANalytical X'Pert High ScorePlus version 3.0e dalam analisa XRD.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi dilakukan dengan metode *Yield Bitumen*, pengujian *Fourier-Transform Infrared* (FTIR), pengujian *X-ray Diffraction* (XRD), pengujian *X-ray Fluorescence* (XRF).

3.1 Yield Bitumen



Gambar 1. Grafik Perbandingan *Yield Bitumen* Ketiga Larutan

Analisis *yield bitumen* yang dilakukan dalam penelitian ini, dilakukan pada rentang waktu 6 jam, 7 jam, dan 8 jam, memberikan perbandingan efisiensi tiga pelarut yang berbeda, *N Hexane*, *Trichloroethylene*, dan *Toluene*. Ketiga

pelarut menghasilkan persentase *yield bitumen* yang relatif tinggi, dengan *N Hexane* menjadi yang tertinggi, diikuti oleh *Trichloroethylene* dan *Toluene*. Dengan bertambahnya waktu ekstraksi, peningkatan hasil ekstraksi konsisten dan tidak berbeda secara signifikan, namun perbedaan penggunaan larutan menunjukkan bahwa larutan berkontribusi pada efisiensi ekstraksi. Variasi produksi pelarut menunjukkan bahwa sifat kimia masing-masing pelarut, seperti kemampuan melarutkan dan reaktivitas, dapat memengaruhi hasil ekstraksi.

3.2 Pengujian X-ray Fluorescence (XRF)

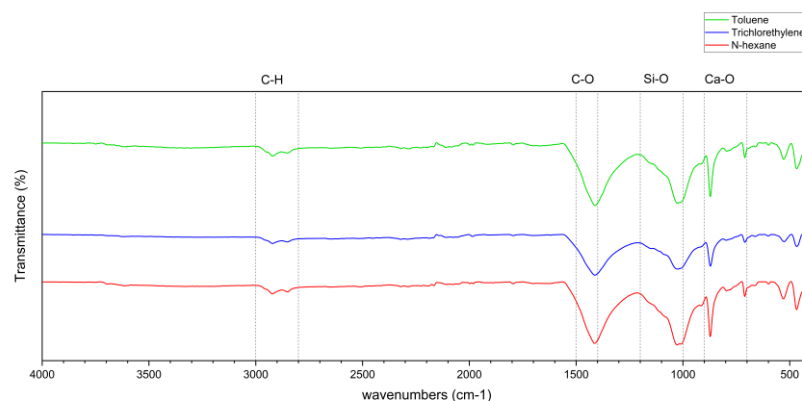
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan masing masing hasil ekstraksi dengan variasi tiap larutan, Berdasarkan tabel perbandingan tersebut, Toluene merupakan larutan dengan kandungan kalsium oksida (CaO) tertinggi, yaitu sebesar 32,8% massa. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan N-Hexane (28,4%) dan Trichlorethylene (27,7%). Selisih kandungan CaO antara Trichlorethylene dan N-Hexane relatif kecil (0,7%), sedangkan Toluene unggul secara signifikan dengan kelebihan sekitar 4-5% dibandingkan kedua larutan lainnya.

Tabel 1. Kandungan hasil ekstraksi setiap larutan

N-Hexane		Trichlorethylene		Toluene	
Unsur Kimia	Kandungan (mass %)	Unsur Kimia	Kandungan (mass %)	Unsur Kimia	Kandungan (mass %)
MgO	0.426	MgO	0.251	MgO	0.533
Al ₂ O ₃	3.1	Al ₂ O ₃	3.27	Al ₂ O ₃	3.8
SiO ₂	8.52	SiO ₂	8.77	SiO ₂	11
SO ₃	4.75	SO ₃	4.1	SO ₃	4.49
Cl	0.0075	Cl	0.0647	Cl	0.0116
K ₂ O	0.384	K ₂ O	0.381	K ₂ O	0.466
CaO	28.4	CaO	27.7	CaO	32.8
Fe ₂ O ₃	1.87	Fe ₂ O ₃	1.63	Fe ₂ O ₃	2.16
SrO	0.089	SrO	0.0795	SrO	0.0877
Balance	52.3	Balance	53.5	Balance	44.1

3.3 Pengujian Fourier-Transform Infrared (FTIR)

Berdasarkan analisis spektrum FTIR dari tiga larutan (*n-hexane*, *toluene*, dan *trichlorethylene*), terlihat persamaan bentuk *wavenumber* dengan perbedaan transmittansi yang mencerminkan struktur dan interaksi molekulernya. Pada daerah ikatan C-H (2800–3000 cm⁻¹), ketiga senyawa menunjukkan transmittansi yang mengindikasikan vibrasi regangan C-H. Di daerah Si-O (980–1200 cm⁻¹), ketiga senyawa menunjukkan transmittansi yang mengindikasikan vibrasi regangan Si-O. Sementara itu, ikatan Ca-O (700–900 cm⁻¹) ketiga senyawa menunjukkan transmittansi yang mengindikasikan vibrasi regangan Ca-O. Ikatan C-O memiliki interval (1500-1400 cm⁻¹) ketiga senyawa menunjukkan transmittansi yang mengindikasikan vibrasi regangan C-O

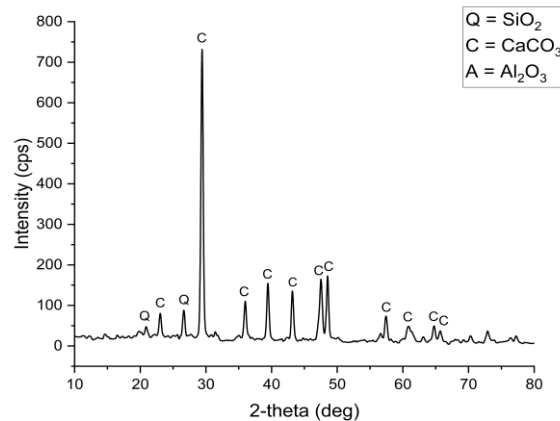


Gambar 2. Grafik Uji FTIR pada ketiga larutan

3.4 Pengujian X-ray Diffraction (XRD)

Hasil pengujian XRD terhadap ekstrak aspal Buton dianalisis menggunakan metode Rietveld untuk interpretasi kuantitatif. Analisis ini mengungkapkan keberadaan tiga fase utama, yaitu kalsium karbonat (CaCO₃), silika (SiO₂), dan alumina (Al₂O₃). Meskipun ketiganya menunjukkan distribusi yang cukup seimbang, fase CaCO₃ cenderung lebih

dominan dibandingkan fase lainnya. Pengujian dilakukan dengan kondisi ekstraksi selama 8 jam pada suhu 120°C, yang memengaruhi karakteristik material. Data tersebut dapat diamati lebih detail melalui difraktogram yang dihasilkan, yang menampilkan pola puncak difraksi sesuai dengan fase-fase yang teridentifikasi.



Gambar 3. Difraktogram Ekstraksi Aspal Asbuton

4. Kesimpulan

Penelitian ekstraksi aspal Buton dengan metode Soxhlet extraction menunjukkan bahwa ketiga pelarut (*n-hexane*, *trichlorethylene*, dan *toluene*) memiliki efisiensi ekstraksi yang serupa tanpa perbedaan signifikan secara statistik, meskipun *n-hexane* menghasilkan yield bitumen tertinggi sebesar 86,15%. Analisis FTIR mengungkapkan pola puncak yang sama pada ketiga larutan, menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O, C-O, C-H, Si-O, dan Ca-O. Hasil uji XRF memperlihatkan komposisi mineral yang serupa dengan variasi persentase, di mana toluene mengandung CaO tertinggi sebesar 32,8%. Analisis XRD mengkonfirmasi dominasi kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai mineral utama dalam aspal Buton. Kandungan CaCO_3 dan CaO yang diperoleh setelah ekstraksi menunjukkan potensi pemanfaatan residu untuk produksi precipitated calcium carbonate (PCC).

5. Daftar Pustaka

- [1] Saleh, M., Yani, S., & Nurjannah. (2022). Hot Water Extraction on Aspal Buton. *Journal of Physics: Conference Series*, 2394(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2394/1/012037>
- [2] Zhang, Y., Zhou, Y., Hu, X., Wan, J., Gan, W., Jing, Y., Liu, J., & Chen, Z. (2023). Research on Durability and Long-Term Moisture Stability Improvement of Asphalt Mixture Based on Buton Rock Asphalt. *Sustainability*, 15(17), 12708. <https://doi.org/10.3390/su151712708>
- [3] Wahjuningsih, N., Hadiwardoyo, S. P., & Sumabrata, R. J. (2018). Characteristics Buton Natural Asphalt-Rubber (BNA-R) on the Performance Improvement of Warm Mix Asphalt Using Natural Zeolite. *E3S Web of Conferences*, 34, 01032. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183401032>.
- [4] Liu, W., Wu, S., Jiang, Q., Zhao, Z., Yang, X., & Xie, J. (2023). Investigation on Rheological Properties and Microscopic Mechanisms of Sasobit/Buton Rock Asphalt Modified Asphalt. *Sustainability (Switzerland)*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/su151310224>.
- [5] Wang, T., Zhang, C., Zhao, R., Zhu, C., Yang, C., & Liu, C. (2014). Solvent Extraction of Bitumen from Oil Sands. *Energy & Fuels*, 28(4), 2297–2304. <https://doi.org/10.1021/ef402101s>
- [6] Li, Y., Guo, M., & Liu, X. (2020). Macroscopic and Microscopic Characterization of the Effect of “Activation” Process on the Performance of Buton Rock Asphalt-Modified Asphalt. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020(1). <https://doi.org/10.1155/2020/8148930>.
- [7] Zhu, Y., Yan, C., Liu, Q., Masliyah, J., & Xu, Z. (2018). Biodiesel-Assisted Ambient Aqueous Bitumen Extraction (BA 3 BE) from Athabasca Oil Sands. *Energy & Fuels*, 32(6), 6565–6576. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b00688>
- [8] Yang, H., Wang, Y., Ding, M., Hu, B., & Ren, S. (2012). Water-Assisted Solvent Extraction of Bitumen from Oil Sands. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51(7), 3032–3038. <https://doi.org/10.1021/ie202757k>
- [9] Sui, H., Ma, G., He, L., Zhang, Z., & Li, X. (2016). Recovery of Heavy Hydrocarbons from Indonesian Carbonate Asphalt Rocks. Part 1: Solvent Extraction, Particle Sedimentation, and Solvent Recycling. *Energy & Fuels*, 30(11), 9242–9249. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b01963>
- [10] Maha, M. R. A., Idham, M. K., & Hainin, M. R. (2024). Full extraction of asbuton bitumen for binder replacement in warm mix asphalt. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1369(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1369/1/012026>