

ANALISIS KADAR BITUMEN ASPAL BATU BUTON (ASBUTON)
MENGUNAKAN METODE EKSTRAKSI SOXHLET

Isman Saleh

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo, Kendari

Email: ismansaleh96@uho.ac.id

ABSTRAK

Aspal batu Buton (Asbuton) merupakan salah satu sumber daya alam potensial di Indonesia yang mengandung bitumen dalam jumlah signifikan. Pemanfaatan Asbuton dapat menjadi alternatif strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor aspal minyak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar bitumen dalam sampel Asbuton menggunakan metode ekstraksi Soxhlet. Penelitian dilakukan pada sepuluh sampel Asbuton dari Desa Winning, Kecamatan Pasarwajo, Kabupaten Buton. Metode ekstraksi Soxhlet dipilih karena kemampuannya dalam mengekstraksi senyawa non-volatil secara efisien dan akurat. Hasil analisis menunjukkan kadar bitumen bervariasi antara 27,00% hingga 34,79%, dengan kadar air berkisar antara 3,00% hingga 6,80%. Korelasi negatif yang kuat antara kadar bitumen dan kadar air ($r = -0,84564$) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar bitumen, maka kadar air dalam sampel cenderung menurun. Berdasarkan klasifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, sebagian besar sampel tergolong dalam kategori B30 (bitumen tinggi). Temuan ini mendukung potensi pemanfaatan Asbuton sebagai bahan baku industri konstruksi jalan yang berkelanjutan, serta memberikan kontribusi dalam optimalisasi sumber daya lokal.

Kata Kunci: *Asbuton, bitumen, ekstraksi Soxhlet*

ABSTRACT

Buton rock asphalt (Asbuton) is one of Indonesia's potential natural resources that contains a significant amount of bitumen. The utilization of Asbuton offers a strategic alternative to reduce dependence on imported petroleum asphalt. This study aims to analyze the bitumen content in Asbuton samples using the Soxhlet extraction method. The research was conducted on ten Asbuton samples from Winning Village, Pasarwajo District, Buton Regency. The Soxhlet extraction method was selected due to its efficiency and accuracy in extracting non-volatile compounds. The results show that bitumen content varies between 27.00% and 34.79%, with moisture content ranging from 3.00% to 6.80%. A strong negative correlation ($r = -0.84564$) between bitumen and moisture content indicates that higher bitumen levels tend to correspond with lower water content in the samples. Based on the classification by the Directorate General of Highways, most samples fall into the B30 category (high bitumen content). These findings support the potential use of Asbuton as a sustainable construction material and contribute to the optimal utilization of local resources.

Keywords: *Asbuton, bitumen, Soxhlet extraction*

PENDAHULUAN

Indonesia menyimpan banyak potensi sumberdaya alam khususnya dalam sektor pertambangan dan energi, di mana Indonesia memiliki cadangan batubara, minyak bumi, gas alam dan mineral berharga lainnya dalam jumlah yang besar. Salah satu potensi sumberdaya alam yang belum dimanfaatkan dengan optimal adalah aspal alam. Aspal alam adalah aspal yang terbentuk secara alami tanpa melalui proses distilasi seperti halnya pengolahan minyak bumi untuk menghasilkan aspal minyak. Dengan kata lain, proses pemisahan fraksi minyak bumi dan aspal terjadi secara alami melalui proses penguapan.

Aspal alam berdasarkan sifat fisiknya dapat dibedakan menjadi dua (2) jenis, yaitu aspal danau dan aspal batu (Siswosoebrotho & Kusnianti, 2005). Aspal danau dapat ditemukan di Pulau Trinidad, sedangkan aspal batu dapat ditemukan di Pulau Buton yang dikenal dengan nama aspal batu Buton (Asbuton). Asbuton memiliki potensi yang sangat besar dengan cadangan yang diperkirakan mencapai 200 juta ton (Sukirman, 2003; Widhiyatna dkk., 1970) hingga 677 juta ton (Suaryana, 2008), sehingga pemanfaatan dapat menjadi solusi strategis untuk mengurangi ketergantungan pada aspal minyak impor serta meningkatkan kemandirian nasional dalam pembangunan infrastruktur, khususnya pembangunan jalan.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan kadar bitumen adalah metode ekstraksi soxhlet. Ekstraksi soxhlet dianggap sebagai metode ekstraksi pelarut kontinyu (Wang & Weller, 2006), yang memanfaatkan pelarut pada tekanan sekitar dan suhu didih, untuk ekstraksi selektif senyawa target dari senyawa padat (Azmir dkk., 2013). Proses ini memungkinkan pemisahan bitumen dari mineral lainnya secara efisien, sehingga kadar bitumen dapat dihitung secara akurat melalui penguapan pelarut dan penimbangan residu yang tertinggal.

Penggunaan metode Soxhlet dalam analisis Asbuton menjadi penting karena memiliki keunggulan dari segi ketelitian dan efisiensi ekstraksi (Zhang dkk., 2023). Selain itu, metode ini telah digunakan secara luas dalam berbagai analisis kimia untuk senyawa yang tidak mudah menguap (Kim dkk., 2012) dan memerlukan pelarutan sebelum dianalisis. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat mengenai kadar bitumen dalam berbagai jenis sampel Asbuton, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan kelayakan pemanfaatan material ini dalam skala industri.

Penelitian mengenai analisis kadar bitumen dalam Asbuton telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Salah satunya adalah Arisona (2023) yang melakukan uji kadar bitumen Asbuton di Desa Nambo, Kecamatan Lasalimu Selatan dengan mengambil sampel Asbuton pada Formasi Tondo dan Formasi Winto. Hasil penelitian menunjukkan kadar bitumen berkisar antara 9,92% - 32,11% dan kadar air 0,42% - 10,88%. Penelitian tersebut hanya dilakukan pada Asbuton yang terdapat pada Formasi Tondo dan Formasi Winto, serta belum menunjukkan hubungan antara kadar air dan kadar bitumen Asbuton.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar bitumen yang terkandung dalam Aspal Batu Buton (Asbuton) menggunakan metode ekstraksi Soxhlet yang terdapat pada Formasi Sampolakosa dan penelitian ini akan menambahkan pendekatan analisis korelasional/statistik untuk melihat pengaruh atau hubungan antara kedua parameter tersebut, sehingga diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang karakteristik Asbuton di wilayah studi..

METODE PENELITIAN

Secara administrasi lokasi penelitian terletak di Desa Winning, Kecamatan Pasarwajo, Kabupaten Buton dan secara geografis terletak pada koordinat BT dan LS. Sampel asbuton yang dianalisis terdiri atas 10 sampel, yaitu ATC-01, ATC-02, ATC-03, ATC-04, ATC-05, ATC-06, ATC-07, ATC-08, ATC-09, dan ATC-10. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi Soxhlet untuk menentukan kadar bitumen pada sampel Asbuton.

Sebelum proses ekstraksi dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian kadar air pada setiap sampel berdasarkan SNI 06-2490-1991 (BSN, 1991). Pengujian ini dimulai dengan penimbangan cawan kosong, kemudian menimbang sampel Asbuton sebanyak 100 gram. Selanjutnya, ditambahkan pelarut xylol ke dalam labu penampung sebanyak 100 ml, lalu dilakukan proses distilasi terhadap sampel Asbuton yang telah dicampur dengan pelarut tersebut. Setelah proses distilasi berlangsung, kadar air yang terpisah dibaca melalui tabung

penampung yang berisi campuran air dan xylol, di mana volume air yang terbaca menunjukkan kadar air dalam sampel. Setelah tahap ini selesai, sampel siap dianalisis menggunakan metode ekstraksi Soxhlet untuk memperoleh kadar bitumen.

Setelah pengujian kadar air, tahap selanjutnya adalah analisis kadar bitumen menggunakan metode ekstraksi Soxhlet berdasarkan SNI 03-3640-1994 (BSN, 1994). Proses ini dimulai dengan menimbang kertas saring, lalu membentuknya menyerupai tabung untuk menampung sampel Asbuton. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam kertas saring tersebut, dan ujungnya diikat menggunakan benang agar tidak tumpah. Kertas saring yang telah berisi sampel ditimbang kembali untuk mengetahui bobot awal. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam labu ekstraksi dan ditambahkan pelarut C_2HCl_3 (trikloroetilena) sebanyak $\frac{3}{4}$ dari kapasitas labu. Pelarut ini berfungsi melarutkan bitumen yang terkandung dalam sampel. Proses ekstraksi dilakukan dengan memanaskan pelarut menggunakan burner selama kurang lebih 7 hingga 8 jam untuk mempercepat pemisahan bitumen. Pemanasan dihentikan apabila pelarut terlihat jernih, yang menandakan bahwa bitumen dalam sampel telah terekstraksi seluruhnya. Sampel yang telah diekstraksi kemudian dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan sisa pelarut. Setelah kering, sampel ditimbang kembali untuk mengetahui berat mineral yang tersisa pada kertas saring. Tahap akhir dari analisis ini adalah menghitung kadar bitumen berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah ekstraksi menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Bitumen} = \left(1 - \frac{C - A}{B}\right) \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat kertas saring

B = Berat conto kering

C = Berat mineral + kertas saring

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kandungan bitumen dalam endapan pada lokasi penelitian didasarkan pada hasil analisis kadar bitumen sampel asbuton menggunakan metode ekstraksi Soxhlet. Hasil analisis sepuluh sampel asbuton ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kadar bitumen dan kadar air sampel asbuton

No. Sampel	Kadar Bitumen (%)	Kadar Air (%)	Deskripsi Sampel
ATC-01	34,70	5,20	Berwarna hitam dan massif
ATC-02	34,79	3,60	Berwarna hitam dan massif
ATC-03	30,02	4,00	Berwarna hitam kecoklatan dan massif
ATC-04	27,00	6,80	Berwarna hitam kecoklatan dan massif
ATC-05	28,64	5,00	Berwarna hitam kecoklatan dan massif
ATC-06	27,86	5,80	Berwarna hitam kecoklatan dan massif
ATC-07	34,48	3,60	Berwarna hitam dan massif

ATC-08	30,40	3,40	Berwarna hitam dan massif
ATC-09	32,96	3,00	Berwarna hitam dan massif
ATC-10	34,43	3,00	Berwarna hitam dan massif

Data analisis terhadap sepuluh sampel Asbuton dari ATC-01 hingga ATC-10 menunjukkan kadar bitumen berkisar antara 27,00% (ATC-04) hingga 34,79% (ATC-02). Sampel dengan kadar bitumen tertinggi umumnya memiliki warna hitam pekat dan struktur massif, seperti ATC-01, ATC-02, ATC-07, ATC-09, dan ATC-10, yang masing-masing memiliki kadar bitumen di atas 32%. Sebaliknya, sampel dengan warna hitam kecoklatan seperti ATC-03 hingga ATC-06 menunjukkan kadar bitumen lebih rendah, rata-rata di bawah 30%. Kadar air tertinggi ditemukan pada ATC-04 (6,80%) yang juga memiliki kadar bitumen terendah, mengindikasikan kemungkinan pengaruh kandungan air terhadap penurunan kadar bitumen. Secara umum, sampel dengan warna hitam pekat cenderung mengandung bitumen lebih tinggi.

Pembahasan

Secara regional, lokasi penelitian berada dalam satuan Formasi Sampolakosa, yang didominasi oleh batugamping napalan berlapis tebal dengan sisipan kalkarenit (Sikumbang dkk., 1995). Keberadaan napal yang berlapis tebal ini berpotensi menjadi perangkap alami (batuan perangkap) yang efektif bagi akumulasi aspal alam (Saleh & Firdaus, 2024).

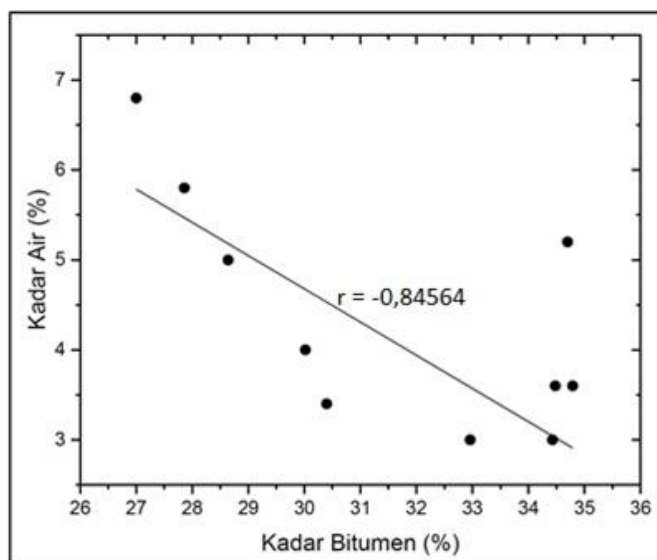
Aspal alam terbentuk karena adanya migrasi minyak bumi (Arisona, 2022) atau hidrokarbon yang terkandung dalam batuan reservoir ke permukaan bumi. Migrasi ke permukaan terjadi karena batuan penutup (*cap rock*) mengalami retakan akibat proses tektonik, sehingga hidrokarbon yang tertahan di bawah batuan penutup keluar melalui rekahan-rekahan batuan. Menurut Meyer dkk. (2007), ketika hidrokarbon yang bermigrasi ke permukaan mencapai zona oksidasi, maka akan terjadi beberapa proses yang akan mengubah hidrokarbon menjadi aspal alam, yaitu *water washing*, *bacterial degradation*, dan *evaporation*.

Aspal alam merupakan campuran antara bitumen dan mineral (Lesueur, 2009) dalam batuan, sehingga karakteristik aspal alam yang terbentuk bergantung pada batuan yang menjadi perangkap (*trap rock*). Aspal alam dapat terbentuk pada rekahan batuan ataupun dalam pori-pori batuan (Hadiwisastra, 2009). Batuan perangkap yang memiliki porositas buruk akan menghasilkan aspal alam dalam bentuk cairan karena aspal alam terbentuk pada rekahan batuan dan tidak dapat mengisi pori-pori batuan. Batuan perangkap yang memiliki porositas yang baik maka aspal alam akan terbentuk di dalam pori-pori batuan. Aspal alam yang terbentuk dalam pori-pori batuan dapat berperan sebagai semen yang mengikat antar butir batuan sehingga membuat batuan menjadi lebih padat dan masif seperti halnya pada lokasi penelitian.

Kandungan bitumen dalam batuan secara fisik akan mengubah warna batuan menjadi coklat kehitaman hingga hitam yang dapat digunakan sebagai indikator awal untuk mengetahui kadar bitumen dalam Asbuton. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis bitumen 10 sampel asbuton menunjukkan hasil yang bervariasi dengan kadar terendah 27,00% dan kadar tertinggi 34,70%. Sampel dengan kadar bitumen di atas 30% memiliki warna relatif lebih hitam dibandingkan dengan sampel dengan kadar bitumen di bawah 30%. Hal ini berbanding lurus dengan kandungan bitumen yang memiliki warna hitam (Rodríguez-Valverde dkk., 2008), sehingga semakin pekat warna sampel, maka semakin tinggi pula kadar bitumen sampel.

Kadar bitumen memiliki korelasi negatif sangat kuat (Sugiyono, 2019) terhadap kadar air yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi ($r = -0,84564$) (Gambar 1). Hal ini

menunjukkan bahwa kadar air dalam asbuton cenderung mengalami penurunan seiring dengan kenaikan kadar bitumen. Hal tersebut dimungkinkan karena bitumen atau aspal mengisi pori-pori batuan yang menyebabkan pori-pori batuan berkurang secara signifikan. Sehingga air yang mengisi pori-pori batuanpun menjadi berkurang.



Gambar 1. Korelasi antara kadar bitumen dan kadar air

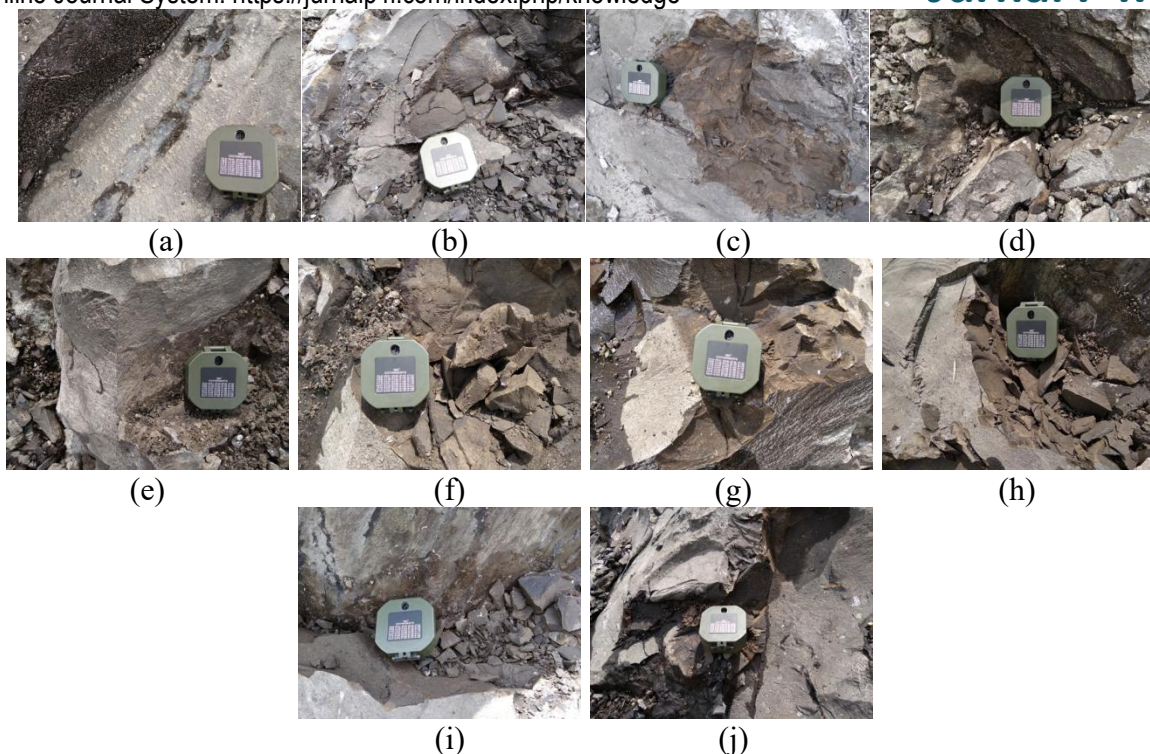
Rendahnya kadar air pada sampel dengan kadar bitumen tinggi, seperti pada ATC-09 dan ATC-10 yang memiliki kadar bitumen di atas 32% dan kadar air hanya 3,00%, menegaskan bahwa bitumen yang bersifat hidrofobik (dos Santos dkk., 2017) cenderung menggantikan atau mengusir air dari pori-pori batuan. Pola ini juga terverifikasi oleh nilai korelasi negatif yang sangat kuat ($r = -0,84564$), memperkuat dugaan bahwa kehadiran bitumen sangat berpengaruh terhadap kapasitas penyimpanan air dalam sampel.

Berdasarkan klasifikasi Asbuton dari Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum (1983) dalam Saleh (2021), sampel Asbuton dikategorikan ke dalam beberapa kelas, salah satunya adalah B30, yaitu Asbuton dengan kadar bitumen $\geq 30\%$, yang termasuk dalam jenis asbuton kadar tinggi dan direkomendasikan untuk campuran lapis perkerasan jalan (Kementerian PU, 2013).

Dari sepuluh sampel yang dianalisis, sembilan sampel (ATC-01, ATC-02, ATC-03, ATC-05, ATC-06, ATC-07, ATC-08, ATC-09, dan ATC-10) memiliki kadar bitumen berkisar antara 28,64% hingga 34,79%, dan kadar air antara 3,00% hingga 5,80%, serta menunjukkan struktur massif dan warna dominan hitam atau hitam kecoklatan (Gambar 2). Meskipun kadar bitumen ATC-05 (28,64%) dan ATC-06 (27,86%) sedikit di bawah 30%, kedua sampel ini masih dikategorikan dalam kelas B30.

Sampel ATC-04, dengan kadar bitumen 27,00% dan kadar air 6,80%, merupakan satu-satunya sampel yang diklasifikasikan dalam kelompok B25 (Bitumen 25) dengan warna kecoklatan yang lebih dominan serta kadar air tertinggi di antara seluruh sampel. Secara visual, sampel yang diklasifikasikan sebagai B30 didominasi oleh warna hitam pekat dan tekstur massif, yang mengindikasikan material bitumen yang terakumulasi dalam jumlah tinggi.

Temuan ini menunjukkan bahwa lokasi pengambilan sampel di wilayah penelitian umumnya menghasilkan Asbuton dengan kualitas tinggi, yang ditandai oleh kadar bitumen tinggi dan kadar air rendah hingga sedang.



Gambar 2. Singkapan Asbuton (a) ATC-01, (b) ATC-02, (c) ATC-03, (d) ATC-04, (e) ATC-05, (f) ATC-06, (g) ATC-07, (h) ATC-08, (i) ATC-09, (j) ATC-10

Gambar 2 menampilkan sepuluh singkapan sampel Asbuton (ATC-01 hingga ATC-10) yang menunjukkan variasi warna dan tekstur batuan, mulai dari hitam pekat hingga kecoklatan, serta struktur yang umumnya massif. Warna hitam pekat yang terlihat pada sebagian besar sampel, seperti ATC-01, ATC-02, ATC-07, ATC-09, dan ATC-10, mencerminkan kandungan bitumen yang tinggi, sesuai dengan hasil analisis laboratorium yang menunjukkan kadar bitumen di atas 32%. Sebaliknya, sampel seperti ATC-04 dengan warna lebih kecoklatan memiliki kadar bitumen terendah dan kadar air tertinggi. Hal ini menunjukkan adanya hubungan secara visual antara penampakan fisik Asbuton dan kandungan bitumen.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Aspal Batu Buton (Asbuton) memiliki kandungan bitumen yang bervariasi antara 27,00% hingga 34,79%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar sampel tergolong dalam klasifikasi B30 atau asbuton berkadar bitumen tinggi, berdasarkan standar Direktorat Jenderal Bina Marga. Metode ekstraksi Soxhlet terbukti efektif dan akurat dalam menentukan kadar bitumen pada sampel asbuton, serta mampu memisahkan bitumen dari material pengotor lainnya. Ditemukan pula hubungan negatif yang sangat kuat antara kadar bitumen dan kadar air ($r = -0,84564$), yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar bitumen cenderung menurunkan kadar air dalam sampel. Ciri fisik sampel, seperti warna hitam yang pekat dan struktur massif, juga menunjukkan korelasi visual terhadap tingginya kadar bitumen. Dengan demikian, Asbuton dari lokasi penelitian memiliki potensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi jalan dan mendukung pengembangan infrastruktur nasional secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisona. (2022). *Mengenal Potensi Kearifan Lokal Batuan Aspal Alam Pada Cekungan Pulau Buton Indonesia Bagian Timur*. CV Kekata Group.
- Arisona. (2023). Testing of Bitumen and Moisture Contents in Buton Island Asphalt Rock Using Sokhlet Method (Pengujian Kadar Bitumen dan Kadar Air Pada Batuan Aspal Pulau Buton Menggunakan Metode Sokhlet). *Indonesian Journal of Physics and its Applications*, 3(1), 40–45.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for Extraction of Bioactive Compounds from Plant Materials: A Review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426–436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
- BSN. (1991). *Cara Uji Kadar Air dalam Produk Minyak dan Bahan Mengandung Aspal*, SNI 06-2490-1991. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- BSN. (1994). *Metode Pengujian Kadar Beraspal dengan Cara Ekstraksi Menggunakan Alat Soklet*, SNI 03-3640-1994. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- dos Santos, S., Poulikakos, L. D., & Partl, M. N. (2017). Effect of Annealing Conditions on the Molecular Properties and Wetting of Viscoelastic Bitumen Substrates by Liquids. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(1), 2–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.01.002>
- Hadiwisastra, S. (2009). Kondisi Aspal Alam dalam Cekungan Buton. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 19(1), 49. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2009.v19.22>
- Kementerian PU. (2013). *Spesifikasi Teknis Campuran Beraspal dengan Asbuton*. Kementerian Pekerjaan Umum (PU).
- Kim, J., Choi, K., & Chung, D. S. (2012). 3.35—Sample Preparation for Capillary Electrophoretic Applications. Dalam J. Pawliszyn (Ed.), *Comprehensive Sampling and Sample Preparation* (hlm. 701–721). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00110-1>
- Lesueur, D. (2009). The Colloidal Structure of Bitumen: Consequences on the Rheology and on the Mechanisms of Bitumen Modification. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145(1), 42–82. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.08.011>
- Richard F. Meyer, Emil D. Attanasi, & Philip A. Freeman. (2007). *Heavy Oil and Natural Bitumen Resources in Geological Basins of the World* (Open-File Report 2007–1084; Open-File Report). U.S. Geological Survey. <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1084/>
- Rodríguez-Valverde, M. A., Ramón-Torregrosa, P., Páez-Dueñas, A., Cabrerizo-Vílchez, M. A., & Hidalgo-Álvarez, R. (2008). Imaging Techniques Applied to Characterize Bitumen and Bituminous Emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 136(1), 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2007.07.008>
- Saleh, I. (2021). *Analisis Karakteristik Batuan Perangkap Aspal Batu Buton (Asbuton) pada Blok Kabungka Tambang C Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara* [Tesis]. Universitas Hasanuddin.
- Saleh, I., & Firdaus, A. N. (2024). Klasifikasi Batuan Perangkap Aspal Batu Buton (Asbuton) Berdasarkan Analisis Geokimia di Desa Winning, Kecamatan Pasarwajo, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.56099/ophi.v6i2.p100-106>
- Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R. J. B., & Gafoer, S. (1995). *Peta Geologi Lembar Buton, Sulawesi, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Siswosoebrotho, B. I., & Kusnianti, N. (2005). Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5.
- Suaryana, N. (2008). Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. *Jurnal Jalan Jembatan*, 25(3), 13–13.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D* (2 ed.). Alfabeta.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas* (1 ed.). Granit.
- Wang, L., & Weller, C. L. (2006). Recent Advances in Extraction of Nutraceuticals from Plants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(6), 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.004>
- Widhiyatna, D., Hutamadi, R., & Sutrisno, S. (1970). Tinjauan Konservasi Sumber Daya Aspal Buton. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 2, 44–51. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v2i3.218>
- Zhang, M., Zhao, J., Dai, X., & Li, X. (2023). Extraction and Analysis of Chemical Compositions of Natural Products and Plants. *Separations*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/separations10120598>