

AKTIVASI BATU LAVA MELALUI PROSES GABUNGAN AKTIVASI FISIKA DAN AKTIVASI KIMIA DENGAN AKTIVATOR NaOH UNTUK ADSORPSI H₂S

Mohammad Ryan Wahyudi, Rosita Dwityaningsih* dan Dodi Satriawan

*Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan,
Politeknik Negeri Cilacap
Email: rosita.dwityaningsih@pnc.ac.id*

Abstrak

Limbah peternakan hingga saat ini masih menjadi permasalahan lingkungan yang masih banyak dihadapi oleh penduduk di Indonesia. Polutan yang dihasilkan dalam limbah peternakan salah satunya berupa gas H₂S (Hidrogen sulfida). Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan gas yang tidak berwarna, mudah terbakar dan sangat beracun jika dihirup oleh manusia. H₂S akan sangat mudah dan cepat terabsorpsi di dalam saluran pernapasan manusia. Terdapat cara efektif untuk mengurangi kadar gas H₂S yaitu menggunakan metode adsorpsi. Salah satu media adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap polutan H₂S yaitu batu lava. Batu lava merupakan salah satu bahan dari batuan alam yang dihasilkan oleh aktivitas vulkanik. Pemilihan batu lava sebagai adsorben karena berasal dari alam sehingga adsorben yang dihasilkan ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat filter dari batu lava yang diaktivasi menggunakan metode fisika dan kimia, mengetahui analisis pengujian dari inlet gas sebelum melalui reaktor dan outlet gas sesudah melalui reaktor, dan mengetahui tingkat efisiensi dari penyerapan yang dilakukan media filter dari batu lava. Metode yang digunakan yaitu mengukur kandungan H₂S pada sampel sebelum dan setelah melalui filter dengan menggunakan metode iodometri dan uji organoleptis untuk mengukur kadar kebauannya. Hasil pada penelitian ini menunjukkan tingkat efisiensi dari penyerapan yang dilakukan media filter dari batu lava yang paling tinggi didapatkan pada aktivasi dengan suhu 750°C dengan ukuran partikel 60 mesh sebesar 95,32%

Kata kunci: Adsorpsi, Aktivasi, Batu lava, Hidrogen sulfida, Efektifitas

Pendahuluan

Permasalahan lingkungan yang masih banyak dihadapi oleh penduduk di Indonesia saat ini yaitu persoalan mengenai limbah peternakan yang masih banyak dihasilkan. Masalah tersebut akan bersifat kompleks jika tidak segera diatasi karena berkaitan dengan keselamatan, kesehatan dan kehidupan manusia. Polutan yang dihasilkan dalam limbah peternakan salah satunya berupa gas H₂S (Hidrogen sulfida). Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan gas yang tidak berwarna, mudah terbakar dan sangat beracun jika dihirup oleh manusia. H₂S akan sangat mudah dan cepat terabsorpsi di dalam saluran pernapasan manusia daripada melalui oral, sedangkan pada jaringan kulit H₂S jumlah paparannya lebih sedikit dan sangat kecil. Gas ini memiliki sifat korosif terhadap benda-benda yang bersifat metal sehingga akan menimbulkan karat [1]. Gas hidrogen sulfida (H₂S) dengan konsentrasi sebesar 500 ppm mampu menyebabkan kematian seperti *edema pulmonary* dan *asphyxiant*. Gas ini termasuk dalam golongan *asphyxiant* karena efek samping dari golongan ini yaitu dapat melumpuhkan pusat saluran pernapasan yang mampu menyebabkan kematian. Terdapat cara efektif untuk mengurangi kadar gas H₂S yang dihasilkan dalam limbah peternakan, salah satunya yaitu menggunakan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses yang berhubungan dengan permukaan dimana terjadi interaksi antara molekul-molekul suatu fluida (cairan maupun gas) dengan permukaan molekul padatan. Interaksi tersebut disebabkan oleh adanya gaya tarik

atom atau molekul pada permukaan padatan membentuk suatu lapisan yang tipis yang menutupi permukaan [2].

Salah satu media adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap polutan H_2S yaitu batu lava. Batu lava merupakan salah satu bahan dari batuan alam yang dihasilkan oleh aktivitas vulkanik. Pemilihan batu lava sebagai adsorben karena berasal dari alam sehingga adsorben yang dihasilkan ramah lingkungan. Sebelum digunakan sebagai adsorben, perlunya dilakukan aktivasi untuk pada batu lava untuk membuka pori-pori yang telah ada, sehingga dapat optimal ketika digunakan. Pada penelitian sebelumnya oleh [3], bahan media diarangkan terlebih dahulu pada suhu $300^\circ C$ selama 1 jam kemudian di lakukan furnish pada suhu $750^\circ C$ selama 3 jam. Pada penelitian yang dilakukan oleh [4], dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu $110^\circ C$ selama 2 jam. Setelah dikeringkan dilakukan pemanasan menggunakan pirolisis pada suhu $500^\circ C$ selama 1 jam. Berdasarkan kedua referensi tersebut penulis melakukan perbandingan aktivasi dengan suhu $500^\circ C$ dan $750^\circ C$ menggunakan alat furnish. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam tugas akhir ini dibuat suatu media adsorben dari batu lava yang diaktivasi menggunakan metode fisika-kimia dengan menggunakan bahan kimia sebagai aktivator

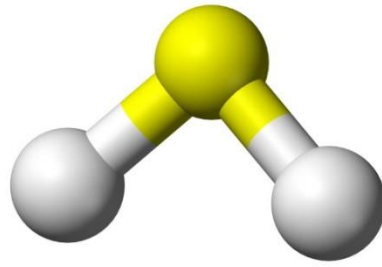
TINJAUAN PUSTAKA

Batu Lava. Batu lava merupakan batuan vulkanik yang terbentuk dari hasil erupsi lava gunung berapi yang mengalami pendinginan. Batu lava merupakan salah satu zat padat yang mempunyai sifat adsorbent. Batu lava ini mempunyai luas permukaan yang luas dan memiliki pori-pori. Batu lava tidak dapat bereaksi dengan adsorbat sehingga dapat dijadikan sebagai bahan adsorben [5]. Penggunaan batu lava sebagai adsorbent harus melalui tahapan aktivasi untuk memperluas pori yang ada di batu lava sehingga dapat menyerap adsorbat yang melalui media batu lava.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya tarik dari adsorben antara lain luas permukaan adsorben, temperature, jenis adsorbat dan karakteristik adsorbat. Batu lava merupakan adsorben alami yang cukup baik dalam mendegradasi senyawa gas beracun H_2S dengan aktivasi secara kimia maupun fisik. Batu lava memiliki karakteristik berbeda diantaranya porositas yang tinggi (volume pori permukaan hingga 85%), luas permukaan spesifik yang besar dan inersia kimia [4].

Aktivasi Batu Lava. Proses aktivasi dilakukan secara fisika-kimia dengan cara dilakukan pengeringan bahan kemudian dilakukan pemanasan dengan furnish dan dilakukan perendaman pada bahan aktivator kimia dan terakhir dilakukan pengeringan kembali menggunakan oven. Pada penelitian sebelumnya oleh [3], bahan media diarangkan terlebih dahulu pada suhu $300^\circ C$ selama 1 jam kemudian di lakukan furnish pada suhu $750^\circ C$ selama 3 jam. Pada penelitian yang dilakukan oleh [4], dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu $110^\circ C$ selama 2 jam. Setelah dikeringkan dilakukan pemanasan menggunakan pirolisis pada suhu $500^\circ C$ selama 1 jam.

Hidrogen Sulfida (H_2S). Hidrogen sulfida, senyawa kimia dengan rumus H_2S adalah gas tidak berwarna dengan bau busuk khas telur busuk, dan sangat beracun, korosif, asam, dan mudah terbakar. Hidrogen sulfida biasanya dihasilkan dari pemecahan mikroba bahan organik tanpa adanya gas oksigen yang biasa dikenal sebagai *anaerobic digestion*. Hidrogen sulfida juga dapat terjadi pada gas letusan gunung vulkanik, gas alam, dan beberapa sumber lainnya.



Gambar 1. Molekul gas H₂S

Hidrogen sulfida paling sering diperoleh dengan pemisahannya dari gas asam yang merupakan gas alam dengan kandungan H₂S yang tinggi, juga dapat diproduksi dengan perlakuan hidrogen dengan unsur belerang meleleh pada suhu sekitar 450°C. Dalam industri pengeboran minyak, dengan tekanan tinggi dan pengeboran sumur yang dalam sering terjadi pembentukan hidrogen sulfide.

Metodologi Penelitian

Tempat Penelitian. Penelitian ini di bagi menjadi dua bagian kegiatan, yang pertama yaitu persiapan bahan dan yang kedua yaitu persiapan alat. Dimana kedua kegiatan tersebut baik pengujian dan persiapan bahan bertempat di Laboratorium Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap.

Alat dan Bahan

Alat untuk Preparasi Media Filter

1. Ayakan 60 *mesh* dan 100 *mesh*
2. Neraca massa analitik
3. Oven
4. Furnace
5. Mortir dan alu

Alat untuk Analisa

1. Erlenmeyer
2. Buret
3. Statif
4. Labu ukur
5. Magnetic stirrer
6. Peralatan gelas standar

Bahan untuk Pembuatan Media Filter

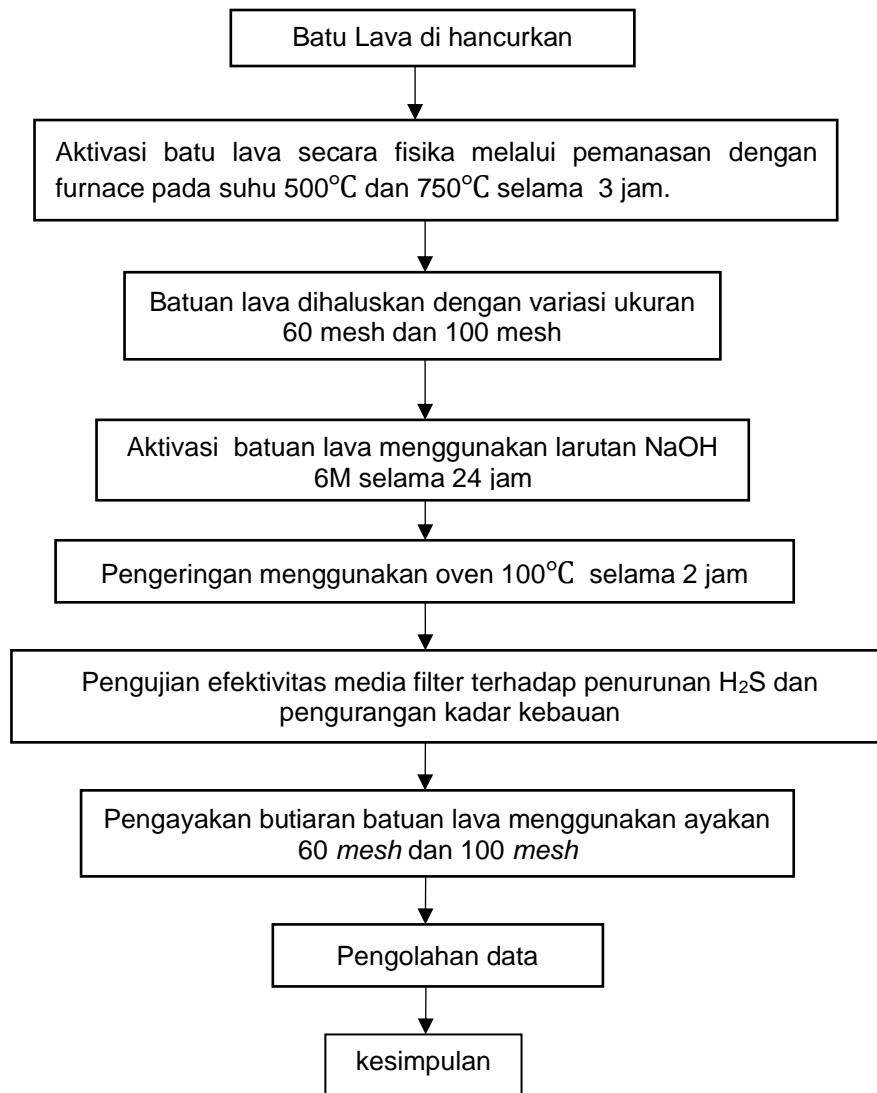
1. Batu Lava 1000 gr

Bahan untuk Standarisasi Na₂S₂O₃

1. HCl 4 N
2. KI 10%
3. Na₂S₂O₃ 0,01 N
4. Kristal K₂Cr₂O₇ 0,49 gr
5. Aquades

Bahan untuk Analisa Kadar H₂S

1. HCl (1:1)
2. *Sodium Thiosulphate* 0,01 N
3. Cd asetat 1 %
4. NaOH 10 %
5. Iodin 0,01 N
6. Indicator starch

Prosedure Penelitian.

Hasil dan Pembahasan.

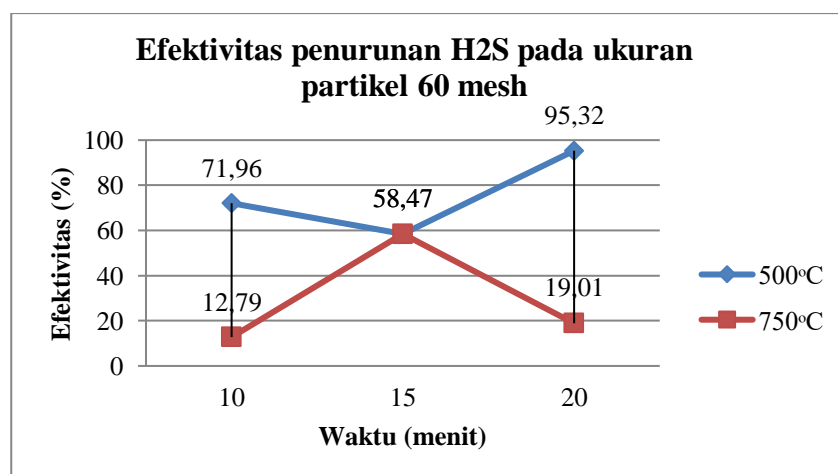
Data Hasil Uji Kadar H₂S. Penelitian ini menggunakan Uji *Iodometri* untuk mengetahui kandungan gas H₂S yang diaplikasikan pada media adsorber berupa Batu Lava. Penelitian ini menggunakan 2 variabel terikat yaitu kadar H₂S. Pengujian dilakukan untuk mengetahui menilai efektivitas media batuan lava teraktivasi fisika dan kimia dalam penyerapan gas H₂S. Berikut merupakan data uji *Iodometri Test* yang dilakukan dalam analisis kadar H₂S.

Tabel 1. Data Uji menggunakan Iodometri Test.

No.	Media filter	Suhu aktivasi (°C)	Variasi waktu (menit)	Inlet (ppm)	Outlet (ppm)	Efektivitas penurunan H ₂ S (%)
1.	Batuan Lava Teraktivasi Ukuran 60 Mesh	500°C	10	0,263	0,073	71,96%
			15	0,263	0,109	58,47%
			20	0,263	0,012	95,32%
		750°C	10	0,263	0,229	12,79%
			15	0,263	0,109	58,47%
			20	0,263	0,213	19,01%
2.	Batuan Lava Teraktivasi Ukuran 100 Mesh	500°C	10	0,263	0,032	87,49%
			15	0,263	0,038	85,41%
			20	0,263	0,061	76,56%
		750°C	10	0,263	0,123	53,12%
			15	0,263	0,109	58,33%
			20	0,263	0,098	62,49%

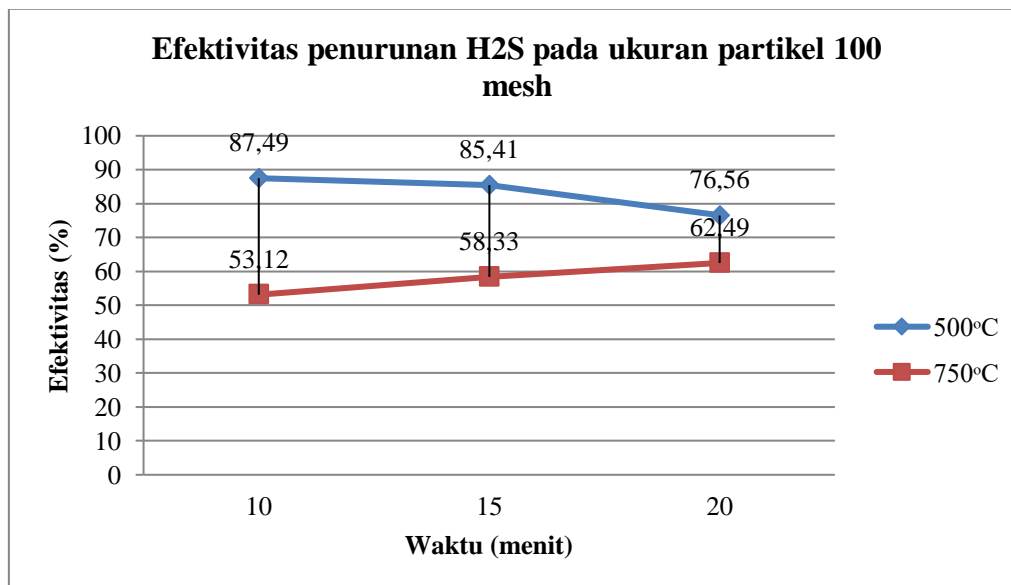
Pengaruh Suhu Aktivasi Batuan Lava Terhadap Efektivitas Penurunan H₂S.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan dalam proses adsorpsi suatu unsur yaitu faktor suhu. Untuk melakukan proses adsorpsi, media yang akan digunakan akan dilakukan proses aktivasi untuk mendapatkan luas penampang yang besar dengan proses fisika. Proses aktivasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu proses karbonisasi dengan pemanasan menggunakan suhu tinggi yaitu pada suhu 500°C dan 750°C.



Gambar 2. Grafik efektivitas penurunan H₂S pada ukuran partikel 60 mesh

Pada grafik yang dipaparkan dalam Gambar 10 tersebut dapat dilihat perbedaan selisih efektivitas penurunan kadar gas H_2S dengan ukuran partikel 60 *mesh*. Untuk waktu tinggal 10 menit antara suhu $500^\circ C$ dengan suhu $750^\circ C$ selisih efektivitas yang dihasilkan sebesar 59,17%. Efektivitas yang sama terjadi pada waktu tinggal selama 15 menit dengan nilai 58,47% hal itu terjadi pada suhu $500^\circ C$ maupun pada suhu $750^\circ C$. Perbedaan selisih yang paling besar terjadi pada waktu tinggal selama 20 menit dengan selisih mencapai 76,31%. Berdasarkan grafik tersebut efektivitas pengaruh suhu terhadap penurunan gas H_2S tertinggi terjadi pada batuan lava yang teraktivasi pada suhu $750^\circ C$ dengan ukuran partikel 60 *mesh* dengan hasil 95,32%. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian [6] yang menyatakan bahwa adsorpsi pada penyerapan gas H_2S menggunakan batuan alam dalam hal ini batuan zeolit alam memiliki tingkat efektivitas penyerapan yang tinggi yaitu sebesar 95,83%.



Gambar 3. Grafik efektivitas penurunan H_2S pada ukuran partikel 100 *mesh*

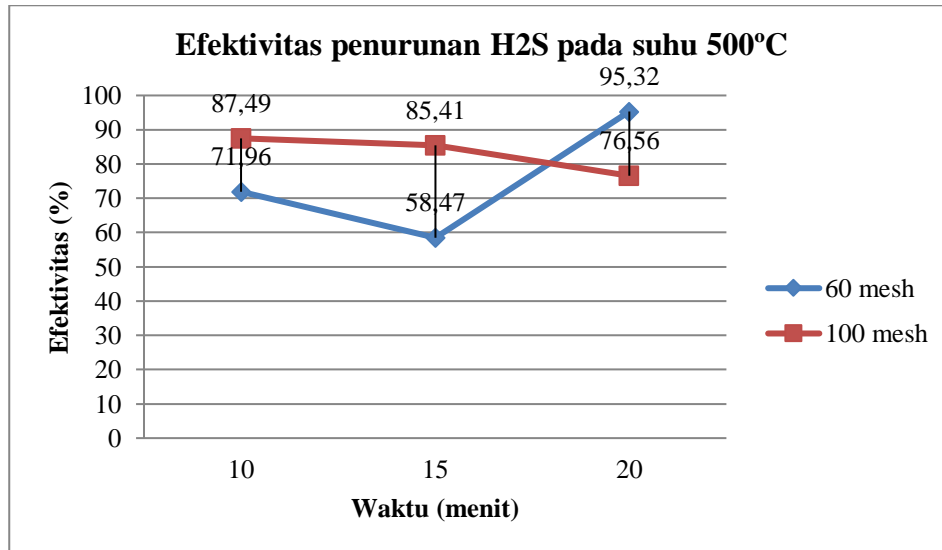
Pengaruh suhu terhadap efektivitas penurunan kadar gas H_2S juga terjadi pada grafik 11 yang menunjukkan selisih perbedaan efektivitas pada perlakuan antara suhu 500 dengan 750. Secara presentase berdasarkan waktu tinggal pada suhu 500 dapat dilihat cenderung turun, namun pada suhu 750 efektivitas yang ditunjukkan cenderung naik pada setiap perlakuan waktu tinggal. Selisih efektivitas yang sangat tinggi terjadi pada waktu tinggal selama 10 menit dengan selisih 34,37. Untuk waktu tinggal 20 menit kedua variasi suhu menunjukkan selisih nilai yang sangat kecil 14,07%.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 dan 3 dapat dilihat dengan adanya perbedaan suhu antara $500^\circ C$ dan $750^\circ C$ memberikan perbedaan persentase efektivitas penurunan kandungan H_2S , sehingga dapat diketahui juga dari grafik tersebut adanya pengaruh perlakuan suhu yang diberikan terhadap persentase efektivitas penurunan kandungan H_2S . Pada ukuran partikel 60 *mesh* dan 100 *mesh* dengan variasi suhu baik 10, 15 maupun 20 menit pada suhu $500^\circ C$ memberikan hasil efektivitas penurunan H_2S yang bervariasi pula dapat setiap waktu tinggal, akan tetapi persentase tersebut sama dengan atau tidak kurang dari persentase efektivitas penurunan di suhu $750^\circ C$. Hal ini berbanding terbalik dengan pernyataan Hassler, S. J. W, 1951 dalam penelitian [7] yang menyatakan bahwa suhu yang tinggi pada proses aktivasi karbonisasi meningkatkan daya adsorpsi gas yang besar. Perbedaan ini dapat terjadi disebabkan oleh kemampuan luas penampang atau permukaan batuan lava tidak memerlukan suhu tinggi untuk proses aktivasi dikarenakan batuan lava terbentuk dari proses vulkanik dengan suhu yang sangat

tinggi. Penyebab lain yang bisa menyebabkan hal tersebut dapat terjadi pada media batuan lava ini jarang sekali diaplikasikan dalam penelitian.

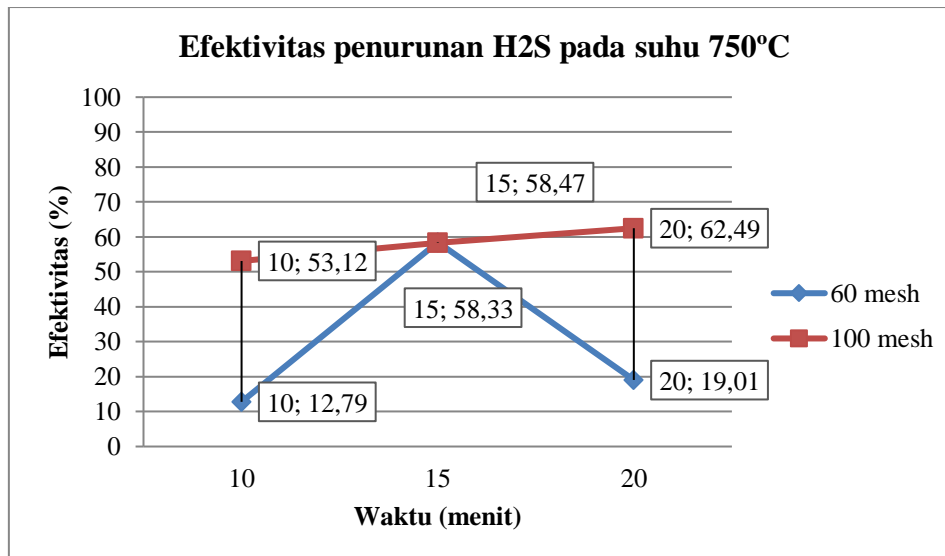
Pengaruh Ukuran Partikel Batuan Lava Terhadap Efektivitas Penurunan H₂S.

Faktor yang mempengaruhi kemampuan atau daya serap adsorpsi yang selain suhu dalam penelitian ini yaitu pengaruh ukuran partikel. Variasi ukuran partikel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60 *mesh* dan 100 *mesh*. Perbedaan ukuran partikel juga akan mempengaruhi penyerapan zat yang akan dilakukan. Semakin besar ukuran luas penampang atau luas permukaan media adsorpsi, kemampuan yang dihasilkan juga akan semakin besar.



Gambar 4. Grafik efektivitas penurunan H₂S pada suhu 500°C

Pada grafik di Gambar 3. menunjukkan nilai selisih efektivitas ukuran partikel antara 60 mesh dengan 100 mesh pada suhu 500°C. Pada waktu tinggal selama 10 menit menunjukkan nilai selisih efektivitas yang cukup kecil yaitu sebesar 15,53%. Selisih yang lebih besar terjadi pada waktu tinggal selama 15 menit dengan selisih efektivitas sebesar 26,94%. Terdapat perubahan yang signifikan diantara kedua variasi ukuran partikel pada waktu tinggal selama 20 menit. Untuk ukuran partikel 60 mesh kenaikan efektivitas terjadi sangat tinggi hingga mencapai 36,85%. Hal yang sama terjadi pada ukuran partikel 100 mesh yang grafiknya turun hingga 8,85%. Berdasarkan gambar xxx tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh ukuran partikel yang efektif dalam menurunkan kadar gas H₂S yaitu dengan ukuran partikel 100 *mesh*.



Gambar 5. Grafik efektivitas penurunan H₂S pada suhu 750°C

Pada gambar grafik 4 juga menunjukkan perbedaan selisih efektivitas 2 variasi ukuran partikel yaitu 60 mesh dan 100 mesh pada suhu 750°C. Perbedaan selisih efektivitas yang paling besar yaitu pada waktu tinggal selama 20 menit dengan selisih efektivitas sebesar 43,48%. Untuk waktu tinggal selama 10 menit menunjukkan selisih efektivitas yang cukup besar juga yaitu sebesar 40,33%. Selisih yang sangat kecil terjadi di waktu tinggal selama 15 menit dengan selisih 0,14%.

Berdasarkan grafik pada gambar 1 dan gambar 2 memberikan perbedaan presentase yang berbeda dari ukuran partikel 60 mesh dengan 100 mesh. Adanya perbedaan perlakuan ukuran partikel pada media batuan lava ini menunjukkan ukuran partikel yang lebih besar mampu memberikan tingkat efektivitas penurunan H₂S yang tinggi. Hasil penelitian ini dengan variasi ukuran partikel 100 mesh mempunyai penjerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel 60 mesh, hal ini didukung oleh penelitian (Aji dan Kurnia, 2012) dalam [8] yang menyatakan semakin kecil ukuran partikel adsorben berarti luas permukaan kontak antara adsorben dengan ion gas semakin besar, selain hal tersebut luas permukaan juga berbanding lurus dengan banyaknya pori-pori yang dimiliki oleh partikel adsorben. Berdasarkan hal tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa korelasi antara hasil penelitian dengan studi literatur mempunyai korelasi yang sejalan dikarenakan pada hasil penelitian ukuran partikel yang paling besar yaitu 100 mesh mempunyai efektivitas penurunan kadar H₂S.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini mengenai “Pembuatan Media Filter H₂S dengan Media Batu Lava Melalui Proses Aktivasi Fisika-Kimia” disimpulkan bahwa efisiensi dari penjerapan yang dilakukan media filter dari batu lava yang paling tinggi didapatkan pada aktivasi dengan suhu 750°C dan ukuran partikel 60 mesh sebesar 95,32%.

Daftar Pustaka

- [1] J. . Slamet, *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 2002.

- [2] K. Bayu, "Adsorpsi Pb²⁺ dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 35–43, 2015.
- [3] Y. Meisrilestari, R. Khomaini, and H. Wijayanti, "Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia dan Fisika dan Kimia," *Konversi*, vol. 2, no. 1, pp. 45–50, 2013.
- [4] Marina Olivia Esterlita and Netti Herlina, "PENGARUH PENAMBAHAN AKTIVATOR ZnCl₂, KOH, DAN H₃PO₄ DALAM PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH AREN (*Arenga Pinnata*)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 4, no. 1, pp. 47–52, 2015.
- [5] J. Pusvitasari, P. Manurung, and P. Karo-karo, "Pengaruh Variasi HCl Pada Pemurnian Silika Berbasis Batu Apung," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 06, no. 01, pp. 115–122, 2018.
- [6] M. R. A. Saputra, "Pengaruh Komposisi Zeolit pada Membran Keramik Terhadap Adsorpsi H₂S dari Gas Alam dengan Metode Titrasi Iodometri," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [7] M. Meilianti, "Karakteristik Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H₃PO₄," *J. Distilasi*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2018.
- [8] C. D. Sofith, "ADSORBEN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI HCl DAN TERIMPREGNASI Mg²⁺ + SEBAGAI ADSORBEN ADSORBEN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI HCl DAN TERIMPREGNASI Mg²⁺ + SEBAGAI ADSORBEN," no. 140405022, 2020.