



## Pelindian Nikel dari Bijih Limonit *Low-Grade* Pomalaa Menggunakan Pelarut Asam Asetat

Himmah Sekar Eka Ayu Gustiana<sup>1</sup>, I Made Bendiyasa<sup>1</sup>, Himawan Tri Bayu Murti Petrus<sup>1\*</sup>, Fika Rofiek Mufakhir<sup>2</sup> dan Widi Astuti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering (Sustainable Mineral Processing Research Group), Universitas Gadjah Mada 55281 Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Balai Penelitian Teknologi Mineral-LIPI, Jl. Ir Sutami km. 15, Tanjung Bintang, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia

\*E-mail : [bayupetrus@ugm.ac.id](mailto:bayupetrus@ugm.ac.id)

### Abstract

Nickel is a strategic metal in many modern industrial and metallurgical application. Indonesia processes nickel laterite ore of about 15% of total world reserves. This research work deals with the extraction of nickel from a low grade limonitic ore, taken from a deposit located in Pomalaa (Sulawesi), through agitation leaching at atmospheric pressure. Ore characterisation was performed by x-ray diffraction (XRD) and x-ray fluorescence (XRF). Showing that 2,651% nickel that goethite are the main mineral. The metal extraction from low-grade limonitic ore is affected by the mineralization of the ore in addition operating condition are also varied in this study including temperature (30°C, 60°C, 90°C), acid concentration (25%, 50%, 75%) and particle size (-70+100 mesh, -100+200 mesh, -200 mesh) to investigated the leaching performance. In comparison to that of inorganic acid (HCl) used in this study, acetic acid provide a potential to be applied in the extraction of metals from low grade limonitic ore.

**Keywords :** Nickel, Leaching, Low Grade Limonitic Ore, Acetic Acid, Organic Acid

### Pendahuluan

Nikel merupakan salah satu logam bernilai strategis tinggi karena manfaatnya untuk berbagai kebutuhan antara lain untuk produksi *stainless steel*, *nonferrous alloys/superalloys*, *electroplating*, koin, baterai dan katalis (Kuck, 2012) . Di alam, nikel ditemukan dalam bentuk sulfida dan oksida. Secara global, jumlah cadangan nikel dunia sekitar 72% berada dalam batuan oksida yang biasa disebut laterit dan sisanya batuan sulfida. Namun demikian, hanya sekitar 42% dari total produksi nikel dunia bersumber dari bijih laterit (Dalvi dkk., 2004). Hingga saat ini produksi nikel terus meningkat seiring dengan semakin meningkatnya permintaan dunia. Akan tetapi, permasalahan yang akan dihadapi di masa mendatang adalah jumlah cadangan nikel sulfida yang semakin menipis. Oleh karena itu, pemanfaatan laterit sebagai sumber nikel harus dilakukan meskipun kandungan nikelnya lebih rendah dibandingkan sulfida (Norgate dan Jahanshahi, 2010).

Tipe bijih sulfida ditemukan di belahan bumi subtropis sedangkan bijih oksida atau bijih laterit banyak ditemukan di belahan bumi tropis. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki cadangan nikel dalam bentuk bijih laterit terbesar ketiga didunia setelah Kaledonia Baru dan Filipina (Rochani dan Saleh, 2013). Terbitnya Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 8 Tahun 2015 tentang peningkatan nilai tambah mineral, mendukung deretan pentingnya penelitian untuk pengolahan bijih laterit.

Pengolahan laterit dapat menggunakan proses pirometalurgi dan hidrometalurgi. Hidrometalurgi merupakan proses ekstraksi logam yang dilakukan pada suhu yang relatif rendah dengan cara pelindian menggunakan larutan kimia, sedangkan pirometalurgi merupakan proses ekstraksi logam yang dilakukan pada suhu tinggi (Kyle, 2010). Pengolahan bijih laterit di Indonesia baru dilakukan pada bijih berkadar nikel tinggi yaitu saprolit dengan proses pirometalurgi untuk memproduksi *ferronickel* oleh PT. ANTAM, Tbk di Pomalaa dan *nickel matte* oleh PT. INCO CVRD di Soroako. Proses hidrometalurgi yang digunakan untuk mengolah laterit dengan kadar nikel rendah yaitu tipe limonit, belum ada di Indonesia.

Penggunaan asam inorganik dalam pelindian berakibat pada perlunya penanganan limbah asam inorganik yang dihasilkan. Untuk menghindari efek samping berbahaya yang disebabkan oleh penggunaan asam inorganik maka dikembangkan proses pelindian asam organik yang lebih ramah lingkungan. Beberapa peneliti (Astuti dkk, 2016;



Tzeferis dan Agatzini-Leonardou, 1994; Tang dan Valix, 2006; McDonald dan Whittington, 2008) telah berhasil melakukan proses pelindian dengan asam organik.

Dalam penelitian ini dipilih asam asetat untuk pelindian nikel laterit dikarenakan asam asetat telah terbukti dapat digunakan sebagai agen pelindian logam berat dan memiliki kemampuan pelindian melebihi asam inorganik (Yan dkk., 2014). Penelitian ini ditekankan untuk mempelajari pengaruh diameter partikel, konsentrasi asam asetat dan suhu terhadap pelindian nikel laterit tipe limonit menggunakan asam asetat.

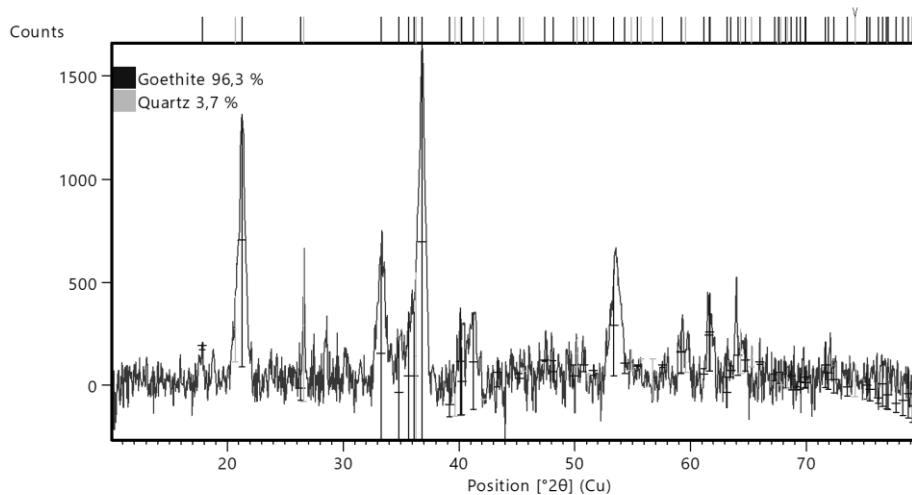
## Metode Penelitian

### Bahan Baku

Bijih laterit tipe limonit berasal dari Pomalaa (Sulawesi). Pertama-tama limonit digerus lalu diayak dengan berbagai ukuran yaitu -70+100 mesh, -100+200 mesh dan -200 mesh. Tabel 1 menunjukkan unsur-unsur yang terkandung dalam limonit dianalisa menggunakan *x-ray fluorescence* (XRF). Tabel 1 menunjukkan nikel yang terkandung dalam sampel sebesar 2,651%. Selain pengujian XRF, juga dilakukan analisa menggunakan *x-ray diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi struktur kristal mineral yang terkandung dalam sampel. Gambar 1 menunjukkan bahwa fase mineral penyusun utama dari limonit adalah *goethite* (FeOOH). Hasil pengujian XRD ini semakin memperkuat hasil pengujian XRF dimana besi merupakan komponen yang mendominasi sampel. Selain bijih laterit, bahan baku lainnya yang digunakan adalah asam asetat, HCl dan *aquadest deion*.

**Tabel 1.** Komposisi Unsur pada Nikel Laterit Jenis Limonit dari Pomalaa Menggunakan XRF

Komponen	Komposisi (%berat)
Fe	80,637
Si	5,148
Al	4,953
Ni	2,651
Cr	2,512
Mn	1,374
Mg	1,286
Lain-lain	1,439



**Gambar 1.** Hasil Pengujian XRD Nikel Laterit Jenis Limonit dari Pomalaa

## Percobaan

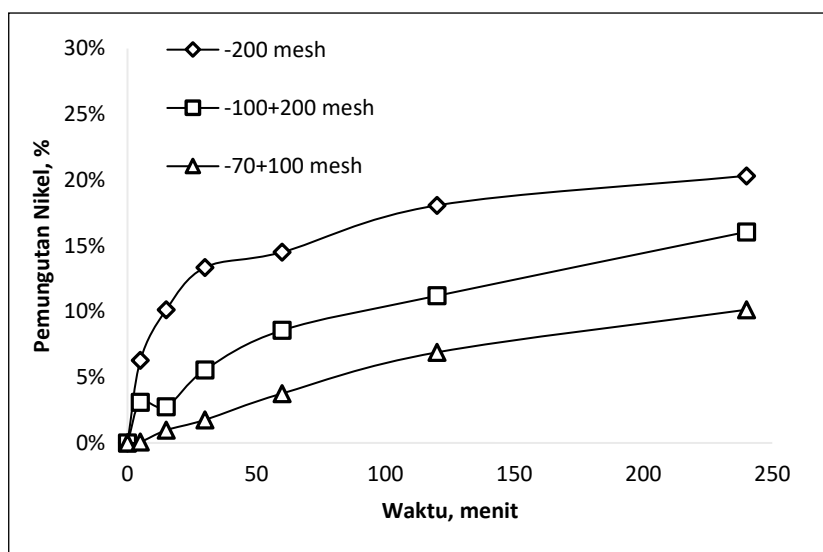
Proses pelindian dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk, termometer dan pendingin balik. Larutan asam asetat sebanyak 300 mL (variasi konsentrasi 75%, 50% dan 25%) dipanaskan menggunakan *waterbath* hingga mencapai suhu yang diinginkan (variasi suhu 30°C, 60°C dan 90°C) dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm. Setelah mencapai suhu yang dikehendaki, sampel nikel laterit sebanyak 60 gr (variasi diameter partikel -70+100 mesh, -100+200 mesh dan -200 mesh) dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Waktu pemasukkan sampel akan tercatat sebagai menit ke-0. Sampel diambil sebanyak 5 mL dengan interval waktu 5, 15, 30, 60, 120 dan 240 menit. Sampel yang telah diambil merupakan larutan suspensi dan akan dipisahkan fase cair dan fase padat menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 1.000 rpm selama 10 menit. Filtrat yang dihasilkan diambil dan disaring

kembali menggunakan *syringe filter*, kemudian diencerkan sesuai dengan kebutuhan dan dianalisa logam Ni dengan *atomic absorption spectroscopy* (AAS).

## Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh diameter partikel

Hasil pemungutan Ni (*Ni Recovery*) karena efek diameter partikel -70+100 mesh, -100+200 mesh dan -200 mesh dapat dilihat pada Gambar 2. Pada menit ke-15, persentase pemungutan nickel berlangsung secara cepat. Setelah proses pelindian berlangsung hingga menit ke-30, persentase pemungutan nickel melambat. Persentase pemungutan nickel tertinggi sebesar 20% menggunakan limonit berukuran -200 mesh. Hasil yang didapat menggambarkan bahwa semakin kecil ukuran bijih maka *recovery* nickel akan meningkat. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Wantadkk. (2017) yang menggunakan bijih nickel laterit yang sama. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel mempengaruhi seberapa besar luas permukaan yang akan terkontak dengan asam asetat. Pada berat sampel yang sama, penurunan ukuran partikel akan menghasilkan luas permukaan total yang lebih besar.



**Gambar 2.** *Recovery* Nickel dengan Variasi Diameter Partikel (Konsentrasi Asam Asetat 75%, Suhu 90°C, Kecepatan Pengadukan 400 rpm dan 20% S/L)

### Pengaruh konsentrasi asam asetat

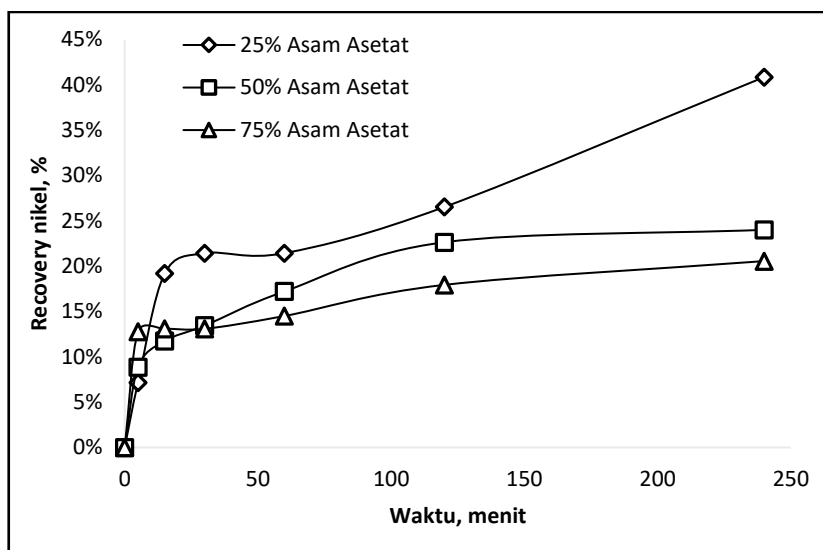
Pengaruh konsentrasi asam asetat sebagai reagen pelindi merupakan parameter yang sangat berpengaruh. Pengaruh konsentrasi asam terhadap hasil *recovery* nickel pada rentang waktu yang ditentukan dipelajari pada tiga konsentrasi asam asetat yang berbeda yaitu 25%, 50% dan 75%. Hasil yang didapat terlihat pada gambar 3 dimana persentase meningkat dari menit pertama hingga menit ke- 30. Setelah menit ke-30, pemungutan nickel mulai melambat. Hasil pemungutan nickel tertinggi dicapai pada penggunaan konsentrasi asam asetat sebesar 25% dengan persentase sebesar 41%.

Pelindian nickel pada Gambar 3 menunjukkan kecenderungan bahwa dengan menurunnya konsentrasi makin meningkatkan jumlah nickel yang dapat terambil. Penurunan *recovery* pada pH yang lebih rendah juga terjadi pada percobaan yang dilakukan oleh Lidkk. (2013). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh makin jenuhnya konsentrasi ion  $H^+$  dan ion asetat dalam larutan yang akan menutupi permukaan kristal sehingga desorpsi produk dari permukaan padatan ke badan cairan terganggu dan menyebabkan penurunan jumlah ion  $Ni^{2+}$  yang dapat berpindah ke badan cairan.

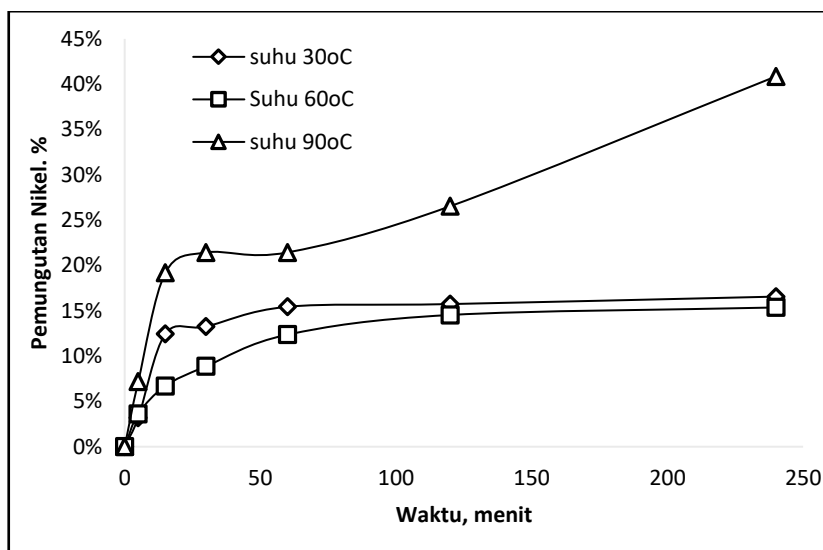
### Pengaruh Suhu

Suhu merupakan parameter yang penting dalam menentukan kondisi pelindian yang optimum. Untuk mengetahui pengaruh suhu pelindian terhadap pemungutan nickel, percobaan dilakukan pada suhu 30°C, 60°C dan 90°C. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4, dimana pada saat menggunakan suhu 30°C persentase pemungutan nickel sebesar 16% dan setelah dilakukan percobaan menggunakan suhu 60°C persentase yang dihasilkan sebesar 15%. Peningkatan suhu dari 30°C hingga 60°C tidak signifikan dalam meningkatkan nilai pemungutan nickel. Kecenderungan serupa juga terjadi pada percobaan yang dilakukan oleh Astuti (2015) dan Wanta (2016). Hasil pemungutan nickel tertinggi sebesar 41% dengan menggunakan suhu 90°C.

Selain itu, hasil penelitian ini membuktikan bahwa semakin tinggi suhu operasi yang digunakan, maka persentase pemungutan nikel juga akan semakin meningkat. Suhu yang semakin tinggi akan menyebabkan pergerakan setiap molekul akan semakin cepat dan kemungkinan molekul – molekul bertumbukan dan bereaksi juga akan semakin besar.



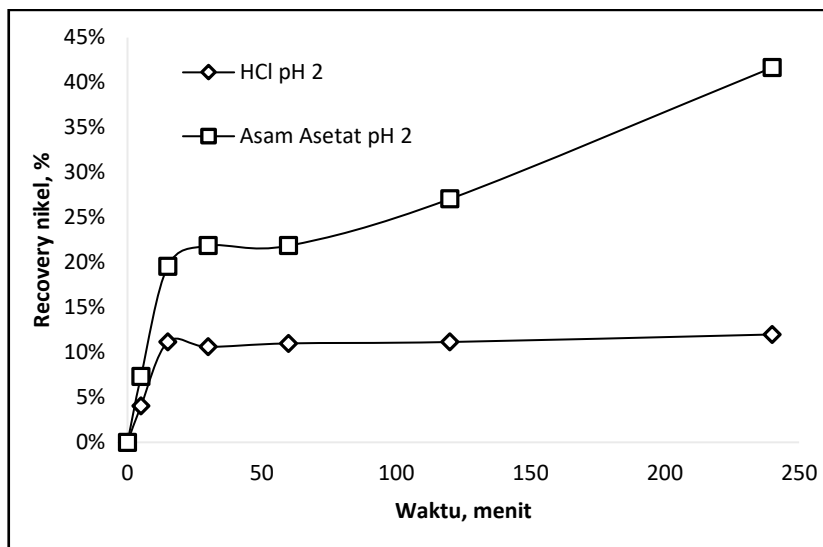
**Gambar 3.** Recovery Nikel dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat (Diameter Partikel -200 Mesh, Suhu 90°C, Kecepatan Pengadukan 400 rpm dan S/L 20%)



**Gambar 4.** Recovery Nikel dengan Variasi Suhu (Konsentrasi 25%. Diameter Partikel -200 mesh, Kecepatan Pengadukan 400 rpm dan S/L 20%)

#### Justifikasi penggunaan asam asetat sebagai reagen pelindi

Dalam penelitian ini telah dilakukan perbandingan kemampuan asam asetat sebagai asam organik dengan asam lainnya. Percobaan dilakukan dengan asam pembanding HCl sebagai salah satu asam anorganik. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 5. Dari hasil terlihat bahwa asam asetat mempunyai kemampuan mengekstrak lebih baik daripada HCl. Terlihat bahwa dengan pH yang sama yaitu asam asetat (25%) menghasilkan persentase pemungutan nikel yang lebih baik yaitu sebesar 41%, dibandingkan HCl yang hanya dapat menghasilkan 12%. Oleh karena itu pemakaian asam asetat dalam pelindian logam mempunyai prospek untuk dapat diteliti lebih lanjut.



Gambar 6. Recovery Nikel dengan Variasi Jenis Asam

## Kesimpulan

Dari hasil percobaan dapat diperoleh kesimpulan bahwa diameter partikel, konsentrasi asam dan suhu berpengaruh terhadap proses pelindian. Semakin kecil ukuran partikel mengakibatkan persentase pemungutan nikel meningkat. Konsentrasi yang menghasilkan persentase pemungutan nikel tertinggi adalah 25% (pH 2). Penggunaan suhu operasi yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan persentase pemungutan nikel. Asam asetat dapat digunakan sebagai reagen pelindi untuk menggantikan inorganik dengan kemampuan persentase pemungutan nikel yang lebih baik dibandingkan HCl.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya, penulis sampaikan kepada Indra Perdana S.T., M.T., Ph.D. dan Ir. Agus Prasetya, M.Eng, Ph.D yang telah memberikan saran – saran untuk perbaikan dalam melakukan penelitian ini, keluarga tercinta untuk limpahan doa dan teman-teman S2 angkatan 2016 Universitas Gadjah Mada.

## Daftar Pustaka

- Astuti W. *Atmospheric Leaching of Nickel from Low – Grade Indonesian Saprolite Ores by Biogenic Citric Acid*. Kyushu University, Thesis Doctor of Engineering, 2015.
- Astuti W, Hirajima T, Sasaki K dan Okibe N. *Comparison of Effectiveness of Citric Acid and Other Acids in Leaching of Low – Grade Indonesian Saprolitic Ores*. Minerals Engineering 2016 ; 85: 1-16.
- Dalvi AD, Bacon WG dan Osbourne RC. *The Past and the Future of Nickel Laterites*. Inco Limited, Ontario, Canada 2004; p. 27.
- Kuck, PH. *Nickel*. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2012.
- Kyle J, *Nickel Laterite Processing Technologies – Where to Next?*. ALTA 2010 Nickel/Cobalt/Copper Conference, Perth, 24-27 Mei 2010.
- Li L, Dunn JB, Zhang XX, Gaines L, Chen RJ, Wu F dan Amine K. *Recovery of Metals from Spent Lithium Ion Batteries with Organic Acids as Leaching Reagents and Environmental Assessment*. Journal of Power Sources 2013;233 : 180-189.
- McDonald, RG dan Whittington, BI. *Atmospheric Acid Leaching of Nickel Laterites Review Part II Chloride and Biotechnologies*. Hydrometallurgy 2008; 91: 56-69.
- Norgate, T dan Jahanshahi. *Low Grade Ores – Smelt, Leach or Concentrate?* Minerals Engineering 2010 ; 23:65-73
- Rochani S dan Saleh. *Teknologi Pengolahan dan Pemurnian Nikel*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara 2013; 11:1-9.
- Tang, JA dan Valix M. *Leaching of Low Grade Limonite and Nontronite Ores by Fungi Metabolc Acids*. Minerals Engineering 2006; 19: 1274-1279.
- Tzeferis, PG dan Agatzini-Leonardou, S. *Leaching of Nickel and Iron from Greek Non-Sulphide Nickeliferous Ores by Organic Acids*. Hydrometallurgy 1994; 36:345-360.



- Wanta KC. *Kinetika Proses Leaching Nikel Laterit Pomalaa dengan Menggunakan Asam Sitrat sebagai Leachant*. Universitas Gadjah Mada, Tesis, 2016.
- Wanta KC, Perdana I dan Petrus HTBM. *Evaluation of Shrinking Core Model in Leaching Process of Pomalaa Nickel Laterite using Citric Acid as Leachant at Atmospheric Conditions*. IOP Conf. Series Material Science and Engineering 2017; 162.
- Yan Y., Gao J,m Wu J. dan Li B. *Effects of Inorganic and Organic Acids on Heavy Metals Leaching in Contaminated Sediment*. China University of Mining and Technology Press 2014; pp 406-410.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator** : Rudi Firyanto (Universitas Tujuh Belas Agustus Semarang)  
**Notulen** : Refsky Fitriono (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Rima Dewi Anggraeni (Universitas Gadjah Mada)  
Pertanyaan : Kenapa yang dipilih asam asetat?  
Jawaban : Karena bagus untuk mengambil logam berat dan harganya murah.
2. Penanya : Rudi Firyanto (Universitas Tujuh Belas Agustus Semarang)  
Pertanyaan : Apakah ada yang lebih murah dari asam asetat? Faktor apa yang menyebabkan asam asetat bagus untuk mengambil logam berat? Ukuran yang dipakai *oversize* atau *undersize* dari 200 mesh?  
Jawaban : Belum meneliti karena ini melanjutkan dari penelitian yang sudah ada. Faktornya yaitu karena asam asetat mengandung  $H^+$ . Ukuran yang dipakai yaitu *oversize* 200 mesh.

