

PENGARUH pH DAN JUMLAH NATA DE COCO TRIMETILAMIN SULFUR TRIOKSIDA TERHADAP EKSTRAKSI FASA PADAT TEMBAGA(I)TIOSULFAT

Latifah Tribuana Dewi, Ani Mulyasuryani*, Akhmad Sabarudin.

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145*

*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835
Email: mulyasuryani@ub.ac.id

ABSTRAK

Nata de coco merupakan bakteri selulosa yang dapat dimodifikasi menggunakan trimetilamin sulfur trioksida (TMAS) untuk ekstraksi fasa padat tembaga(I)tiosulfat. Tembaga(I)tiosulfat ($(\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)^{3-}$) dapat diekstraksi melalui mekanisme penukar ion dengan ion trimetilammonium ($(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$) dari TMAS sehingga diperlukan pengaturan pH agar fasa padat dan analit dapat terionisasi. Berdasarkan persamaan stokiometri untuk mengekstraksi satu mol $(\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)^{3-}$ diperlukan tiga mol $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ sehingga jumlah fasa padat perlu ditingkatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pH dan jumlah nata de coco-TMAS terhadap efisiensi ekstraksi tembaga(I)tiosulfat. Pengaruh pH dipelajari pada kisaran pH 4 hingga pH 9 sedangkan pengaruh jumlah nata de coco-TMAS dipelajari dari 1 hingga 6 lembar. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode *batch* dengan cara perendaman selama 24 jam menggunakan larutan tembaga(I)tiosulfat 15 ppm sebanyak 25 mL. Nata de coco-TMAS yang digunakan memiliki ketebalan rata-rata 1 cm, diameter rata-rata 3 cm, volume rata-rata 7 mL, luas permukaan rata-rata 23 cm². Berdasarkan hasil penelitian diketahui efisiensi ekstraksi optimum sebesar 80,67% pada pH 6 dengan jumlah fasa padat sebanyak 5 lembar.

Kata kunci: ekstraksi fasa padat, nata de coco, tembaga(I)tiosulfat, trimetilamin sulfur trioksida.

ABSTRACT

Nata de coco is a bacteria cellulose that can be modified by trimethylamine sulfur trioxide (TMAS) for solid phase extraction copper(I)thiosulfate. Copper(I)thiosulfate ($(\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)^{3-}$) can be extracted by ion trimethylammonium ($(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$) from TMAS with ion exchange mechanism so that the pH of the solution must be controled in order to make the solid phase and analytes ionized. According to the stokiometri equation to extract one mol of $(\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)^{3-}$ need three mols of $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ so that the amount of solid phase need to be increase. The purpose of the research is to study the influence of pH and the sheets of nata de coco-TMAS to the extraction efficiency of copper(I)thiosulfate. The influence of pH was studied in the range of pH 4 to pH 9 and the sheets of nata de coco-TMAS in the range 1 to 6 pieces. The extraction method was a batch method by soaking for 24 hours in 15 ppm of 25 mL copper(I)thiosulfate. The average of nata de coco-TMAS thickness is 1 cm, average of diameter 3 cm, average of volume 7 mL, average of surface area of 23 cm². The result of the research showed that the optimum extraction efficiency is 80.67% at pH 6 with the solid phase in 5 pieces.

Key words: solid phase extraction, nata de coco, copper(I)thiosulfate, trimethylamine sulfur trioxide

PENDAHULUAN

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam yang terkandung dalam bijih emas dengan kadar sebesar 0,99%, sedangkan kadar emas (Au) sebesar 1,2 g/ton dan perak (Ag) sebesar 2,32 g/ton [1]. Ekstraksi bijih emas menggunakan tiosulfat telah dilakukan dan terbukti lebih efisien, ekonomis, serta ramah lingkungan daripada sianida [2]. Emas (Au) dalam larutan tiosulfat membentuk kompleks emas(I)tiosulfat dengan tetapan kesetimbangan pembentukan kompleks sebesar 1×10^{28} [3], sedangkan Cu membentuk kompleks tembaga(I)tiosulfat dengan tetapan kesetimbangan pembentukan kompleks sebesar $1,86 \times 10^{12}$ [4]. Dari tetapan kesetimbangan pembentukan kompleks diketahui emas(I)tiosulfat lebih mudah terbentuk daripada tembaga(I)tiosulfat, kendati demikian tembaga memiliki kelimpahan yang tinggi dalam bijih emas sehingga tidak menutup kemungkinan tembaga(I)tiosulfat terbentuk lebih banyak. Oleh karena itu tembaga (Cu) dapat diekstraksi dari bijih emas.

Ekstraksi fasa padat tembaga(I)tiosulfat yang telah dilakukan yaitu menggunakan Cetil Trimetilamin Bromida (CTAB) yang diembankan pada nata de coco dengan efisiensi ekstraksi yang sebesar 55,5% [5]. Pada penelitian ini digunakan trimetilamin ((CH₃)₃N) dari Trimetilamin Sulfur Trioksida (TMAS) yang diembankan pada nata de coco untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi tembaga(I)tiosulfat karena trimetilamin dari TMAS memiliki kekuatan basa yang lebih tinggi daripada cetil trimetilamin dari CTAB.

Ekstraksi tembaga(I)tiosulfat ((Cu(S₂O₃)₂)³⁻) dengan ion trimetilammonium ((CH₃)₃NH⁺) pada nata de coco dapat terjadi melalui interaksi elektrostatik. Trimetilamin ((CH₃)₃N) dari TMAS pada nata de coco dapat membentuk (CH₃)₃NH⁺ saat pH < pK_a 9,8 [6]. Ion tiosulfat (S₂O₃²⁻) merupakan ligan dari kompleks (Cu(S₂O₃)₂)³⁻ yang stabil dalam bentuk ion ketika pH > pK_{a2} dari asam tiosulfat (H₂S₂O₃) yaitu sebesar 1,6 [6]. Namun dalam kondisi terlalu asam, S₂O₃²⁻ akan mudah tereduksi membentuk padatan belerang (S⁰) yang dapat mengganggu proses ekstraksi dan proses pengukuran menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometri*) [3]. Oleh karena itu, pengaturan pH dilakukan pada kisaran pH 4 hingga pH 9 agar fasa padat dan analit dapat terionisasi.

Secara stokiometri diperlukan tiga mol (CH₃)₃NH⁺ untuk mengekstraksi satu mol (Cu(S₂O₃)₂)³⁻. Pada penelitian ini jumlah (CH₃)₃NH⁺ yang ada pada satu lembar fasa padat belum tentu memadai untuk mengekstraksi seluruh (Cu(S₂O₃)₂)³⁻ yang ada. Oleh karena itu, pada penelitian ini efisiensi ekstraksi juga dipelajari terhadap peningkatan jumlah fasa padat supaya diperoleh efisiensi ekstraksi maksimal.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu trimetilamin sulfur trioksida Sigma-Aldrich berderajat proanalisis, dan ammonium tiosulfat, tembaga sulfat tetrahidrat, natrium hidroksida, asam klorida, asam sulfat, dan ammonium klorida dari Merck berderajat proanalisis, aquades bebas mineral, serbuk tembaga, dan nata de coco. Peralatan yang digunakan yaitu neraca analitik (OHAUS AR 2130), pH meter (Inolab WTW), oven (Memmert), AAS merek Shimadzu tipe AA 6200, dan peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium kimia.

Prosedur

Modifikasi nata de coco menggunakan TMAS

Nata de coco dioven 110°C selama 5 jam kemudian dicetak bundar. Nata de coco sebanyak 18 lembar direndam dalam larutan TMAS 0,5 mM 180 mL untuk mempelajari pengaruh pH dan 68 lembar direndam dalam larutan TMAS 0,5 mM 630 mL untuk mempelajari pengaruh jumlah. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Filtrat hasil perendaman diukur kadar nitrogen total dengan metode Nestler.

Ekstraksi fasa padat pengaruh pH

Satu lembar nata de coco dimasukkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan larutan tembaga(I)tiosulfat 15 ppm sebanyak 25 mL. Larutan tembaga(I)tiosulfat diekstraksi pada pH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dan masing-masing pH diulangi sebanyak tiga kali. Ekstraksi dilakukan dengan cara perendaman selama 24 jam. Fasa air baik sebelum maupun sesudah ekstraksi diukur dengan AAS untuk mengetahui konsentrasi tembaga dalam larutan.

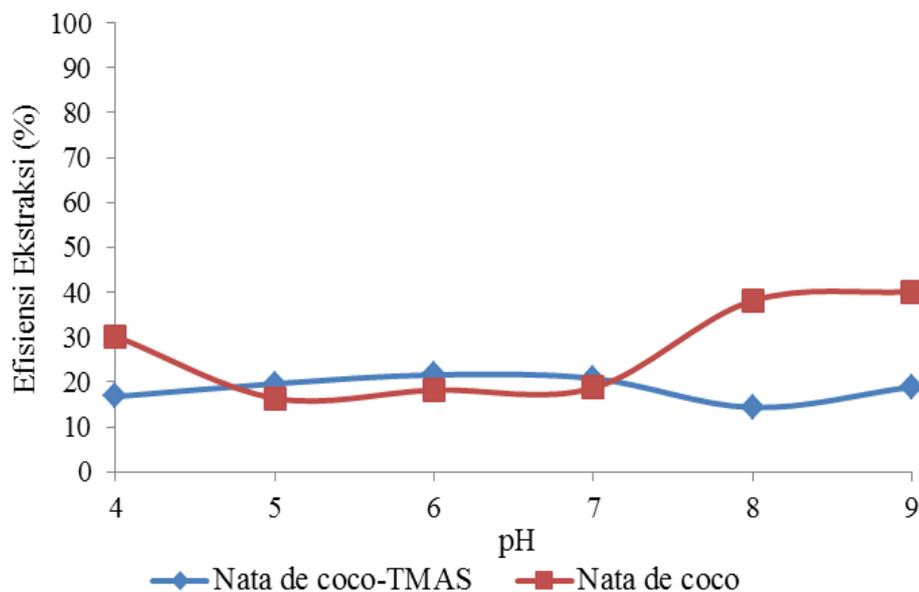
Ekstraksi fasa padat pengaruh jumlah

Satu lembar nata de coco dimasukkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan larutan tembaga(I)tiosulfat 15 ppm sebanyak 25 mL. Larutan tembaga(I)tiosulfat diekstraksi pada pH 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dan masing-masing pH diulangi sebanyak tiga kali. Ekstraksi dilakukan dengan cara perendaman selama 24 jam. Fasa air baik sebelum maupun sesudah ekstraksi diukur dengan AAS untuk mengetahui konsentrasi tembaga dalam larutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH terhadap efisiensi ekstraksi

Pada penelitian ini tembaga(I)tiosulfat diekstraksi pada pH 4,5,6,7,8, dan 9. Fasa padat yang digunakan yaitu nata de coco (garis merah) dan nata de coco-TMAS (garis biru). Efisiensi ekstraksi tembaga(I)tiosulfat ditunjukkan pada Gambar 1. Pada kedua fasa padat tembaga(I)tiosulfat dapat terekstraksi dengan jumlah yang tidak terlalu berbeda. Kendati demikian, masing-masing fasa padat memiliki kecenderungan yang berbeda.



Gambar 1. Kurva hubungan antara pH dan efisiensi ekstraksi

Pada pH 4 ion tiosulfat ($S_2O_3^{2-}$) bebas akan berkurang karena reaksi reduksi dan oksidasi membentuk S^0 [3] hal ini terlihat dari perubahan warna larutan menjadi keruh. Pembuatan tembaga(I)tiosulfat berasal dari $(NH_4)_2S_2O_3$ sehingga selain tersedia ligan $S_2O_3^{2-}$ dalam larutan terdapat pula ligan NH_3 . Ketika konsentrasi $S_2O_3^{2-}$ menurun akibat reaksi redoks dimungkinkan reaksi pembentukan $[Cu(S_2O_3)_2]^{3-}$ dapat bergeser ke arah reaktan menjadi $CuS_2O_3^-$. Konstanta kestabilan kompleks (K_f) dari $CuS_2O_3^-$ sebesar $2,24 \times 10^{10}$ dan K_f dari $(Cu(NH_3)_2)^+$ sebesar $4,17 \times 10^{10}$. Nilai K_f $CuS_2O_3^-$ dan $(Cu(NH_3)_2)^+$ hampir sama sehingga dimungkinkan kedua kompleks tersebut dapat terbentuk di dalam larutan. Pada permukaan nata de coco-TMAS terdapat ion trimetilammonium ($(CH_3)_3NH^+$) yang juga bermuatan positif sehingga akan terjadi tolak menolak dengan $(Cu(NH_3)_2)^+$. Sedangkan pada permukaan nata de coco terdapat gugus hidroksil bersifat polar yang tidak bermuatan

sehingga $(\text{Cu}(\text{NH}_3)_2)^+$ yang juga bersifat polar dapat terekstraksi tanpa ada halangan. Oleh karena itu, efisiensi ekstraksi pada nata de coco lebih tinggi daripada nata de coco-TMAS.

Pada pH 5 hingga pH 7 efisiensi ekstraksi antara nata de coco dengan nata de coco-TMAS tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat terjadi karena pada pH 5 hingga pH 7 reaksi reduksi dan oksidasi $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ telah terhenti. Hal tersebut memungkinkan $(\text{Cu}(\text{NH}_3)_2)^+$ untuk tidak terbentuk oleh karena itu kemungkinan terjadi gaya tolak-menolak antara analit dan fasa padat karena pembentukan muatan yang sama juga dimungkinkan tidak terjadi. Pada nata de coco-TMAS efisiensi ekstraksi sedikit lebih tinggi daripada nata de coco, hal ini terjadi karena $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ mampu memodifikasi gugus hidroksil pada nata de coco sehingga kinerja nata de coco modifikasi dalam mengekstraksi menjadi sedikit lebih tinggi daripada nata de coco. Pada kedua fasa padat terjadi proses ekstraksi melalui interaksi hidrofilik. Pada nata de coco-TMAS terdapat $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ pada permukaan fasa padat sehingga tembaga(I)tiosulfat dapat terekstraksi melalui interaksi elektrostatik dan tidak menutup kemungkinan ekstraksi juga berlangsung melalui adsorpsi hidrofilik. Pada nata de coco gugus hidroksil pada permukaan nata de coco tidak memiliki muatan seperti nata de coco-TMAS sehingga ekstraksi tembaga(I)tiosulfat dapat terjadi melalui berbagai interaksi yang termasuk dalam interaksi hidrofilik kecuali interaksi elektrostatik. Sehingga pada pH 5 hingga pH 7 interaksi elektrostatik dari $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ untuk mengekstraksi tembaga(I)tiosulfat berada pada kondisi optimum.

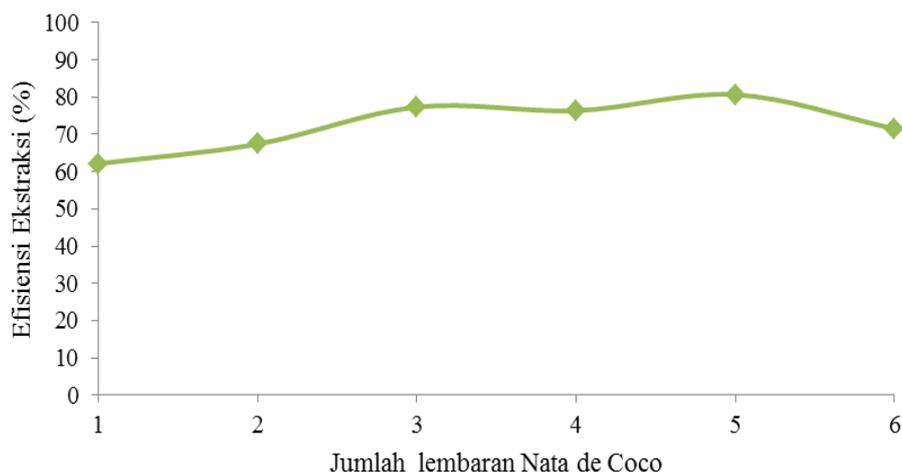
Pada pH 8 dan 9 untuk nata de coco efisiensi ekstraksi lebih tinggi dibandingkan pH 5 hingga pH 7 sedangkan pada nata de coco-TMAS efisiensi ekstraksi lebih rendah dibandingkan pH 5 hingga pH 7. Hal ini dapat terjadi karena larutan tembaga(I)tiosulfat pH 8 dan pH 9 mengandung ion hidroksida (OH^-) dalam larutan. Pada nata de coco-TMAS ketika ekstraksi dilakukan, ion hidroksida (OH^-) akan bereaksi dengan ion hidrogen (H^+) dari $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ membentuk molekul air (H_2O) dan trimetilamin ($(\text{CH}_3)_3\text{N}$) yang bermuatan netral. Karena terjadi reaksi netralisasi maka pada permukaan nata de coco-TMAS akan terdapat $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ dan $(\text{CH}_3)_3\text{N}$. Keberadaan $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ yang tidak bermuatan pada permukaan nata de coco-TMAS mengurangi kemungkinan interaksi elektrostatik untuk terjadi. Selain itu juga, karena terdapat $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ yang tidak bermuatan pada permukaan nata de coco sehingga mengurangi kemungkinan tembaga(I)tiosulfat untuk teradsorpsi pada permukaan nata de coco. Oleh karena itu pada pH 8 dan 9 efisiensi ekstraksi pada nata de coco-TMAS lebih rendah daripada pH 5 hingga pH 7. Pada saat ekstraksi tembaga(I)tiosulfat menggunakan nata de

coco dilakukan OH^- berfungsi sebagai aktivator nata de coco. Hal ini dapat terjadi karena OH^- dapat melarutkan lignin atau pengotor lain yang berada pada pori-pori nata de coco. Selain itu, dimungkinkan juga OH^- akan bereaksi dengan ion hidrogen (H^+) dari gugus hidroksil nata de coco menghasilkan nata de coco dengan polaritas yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pada nata de coco efisiensi ekstraksi pH 8 dan pH 9 lebih tinggi daripada pH 5 hingga pH 7.

Berdasarkan analisa diatas, kinerja $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ dalam mengekstraksi tembaga(I)tiosulfat bekerja optimum pada pH 5 hingga pH 7. Efisiensi ekstraksi pada pH 5 hingga pH 7 tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga dipilih pH optimum rata-rata untuk meminimalkan kesalahan akibat pengaturan pH. Oleh karena itu pH 6 dipilih sebagai pH optimum untuk ekstraksi tembaga(I)tiosulfat.

Pengaruh jumlah fasa padat terhadap efisiensi ekstraksi

Pada penelitian tembaga(I)tiosulfat diekstraksi menggunakan fasa padat dari nata de coco modifikasi TMAS. Fasa padat yang digunakan berbentuk bundar dengan ketebalan rata-rata 1 cm dan diameter 3 cm. Ekstraksi dilakukan pada pH optimum yaitu pH 6 dengan jumlah fasa padat sebanyak 1,2,3,4,5, dan 6 lembar. Hasil efisiensi ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 2. Efisiensi ekstraksi pada jumlah 1 hingga 5 cenderung tetap sedangkan pada jumlah 6 justru mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *batch*.



Gambar 2. Kurva hubungan antara jumlah nata de coco dengan efisiensi ekstraksi

Teknik ekstraksi dengan metode *batch* yaitu fasa padat direndam selama 24 jam pada larutan tanpa ada pengadukan atau pengaliran. Sehingga kontak antara analit dan fasa padat kurang efisien selama proses ekstraksi, hal inilah yang juga menyebabkan efisiensi ekstraksi

tembaga(I)tiosulfat cenderung tetap. Pada jumlah 6 lembar efisiensi ekstraksi justru lebih rendah daripada jumlah 1 hingga 5 lembar karena penumpukkan fasa padat dalam erlenmeyer terlalu ruah sehingga justru mengurangi jumlah larutan yang kontak langsung dengan fasa padat. Efisiensi ekstraksi maksimal diperoleh pada jumlah fasa padat sebanyak 5 lembar dengan nilai 80,67%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum ekstraksi tembaga(I)tiosulfat menggunakan fasa padat nata de coco modifikasi TMAS terjadi pada pH 6. Efisiensi ekstraksi optimum diperoleh pada jumlah fasa padat sebanyak 5 lembar dengan nilai sebesar 80,67%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ani M., Bambang I., dan Danar P., 2011, Pemurnian emas dari bijih emas berkadar rendah menggunakan karbon aktif dari arang tempurung kelapa, *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 1-6.
2. John O M., Lain H. C., 2006, *The Chemistry of Gold Extraction*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc., United State.
3. Chen Xia, 2008, *Associated Sulfide Minerals in Thiosulfate Leaching of Gold: Problems and Solutions*, Thesis, Mining Engineering, Queen's University Kingston, Canada.
4. Silvia B. B., 2006, *The Thermodynamic Chemistry of the Aqueous Copper-Ammonia Thiosulfate System*, Thesis, Chemistry, Murdoch University, Australia.
5. Istiqomah P., 2010, *Pengaruh Ion Tiosulfat dan Ion Tiosianat Terhadap Ekstraksi Tembaga (I) Menggunakan Nata De Coco*, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
6. Wilfred L. F. A., Christina L. L. C., 2013, *Purification of Laboratory Chemicals*, Elsevier, United State.