

Peranan Daun Babadotan (*Ageratum conizoides*), Nampong (*Eupatorium molifolium*) Dan Asipatiheur (*Lantana camara*) Sebagai Bahan Aditif Dalam Amalgamasi Bijih Emas Pada Pertambangan Rakyat

MUTIA DEWI YUNIATI^a, EKO TRI SUMARNADI AGUSTINUS^a

^aPusat Penelitian Geoteknologi, LIPI, Jl. Sangkuriang Bandung 40135

ABSTRACT Pengetahuan penambang emas tentang penggunaan daun dalam proses amalgamasi bijih emas pada pertambangan rakyat diperoleh secara turun temurun. Walaupun daun telah lama digunakan sebagai bahan aditif dan diyakini dapat meningkatkan perolehan emas dan perak dalam proses amalgamasi, namun hingga kini informasi tentang peranannya masih simpang siur. Guna mengetahui sejauhmana peranan daun sebagai bahan aditif, tiga (3) jenis daun yaitu babadotan (*Ageratum conizoides*), nampong (*Eupatorium molifolium*) dan asipatiheur (*Lantana camara*) diteliti di Laboratorium Kimia Mineral, Pusat Penelitian Geoteknologi - LIPI. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh kejelasan tentang peranan daun tersebut sebagai bahan aditif dalam proses amalgamasi bijih emas. Metoda penelitian dilakukan melalui eksperimentasi laboratorium dengan melibatkan parameter kimia dan fisika. Tahapan penelitian terdiri dari proses ekstraksi daun tersebut menjadi bentuk cairan dengan nisbah antara aquades/daun 1:1 hingga 1:4, serta karakterisasi melalui analisis gas chromatografi dan pengujian konsentrasi keasaman larutan (pH), baik pada kondisi normal maupun dalam lingkungan suasana asam dan basa. Hasil pengujian gas chromatografi menunjukkan bahwa ketiga jenis ekstrak daun tersebut didominasi (> 80 %) oleh asam asetat ($C_2H_4O_2$). Asam ini termasuk jenis asam lemah, pada kondisi normal mempunyai tingkat keasaman berkisar antara pH (5-6). Pengujian dalam lingkungan suasana asam (pH 4) atau basa (pH 8), asam ini secara signifikan berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*) yang berfungsi sebagai bahan penstabil pH, ditunjukkan oleh grafik fungsi garis lurus mendatar. Tetapi asam ini kurang berperan baik sebagai bahan untuk meningkatkan pH maupun bahan yang berfungsi untuk menjaga agar permukaan logam emas dan perak tetap bersih. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pemangku kepentingan (*stakeholder*) khususnya industri “pertambangan rakyat”.

Kata Kunci: babadotan, nampong, asipatiheur, bahan aditif, larutan buffer, amalgamasi, pertambangan rakyat

PENDAHULUAN

Amalgamasi telah lama dikenal orang, diperkirakan sejak jaman sebelum masehi, yaitu ketika orang-orang mesir kuno memisahkan logam emas dan perak dari bijih (*ore*) dengan menggunakan *mercury* (Hg). Berbagai cara untuk memisahkan logam emas dan perak dari bijih (*ore*), selain amalgamasi juga dikenal proses sianidasi, flotasi maupun pelarutan (*leaching*). Amalgamasi merupakan proses yang relatif paling sederhana dan murah biayanya dibandingkan dengan ketiga proses lainnya (Alpers dan Hunerlach, 2006) .

Proses amalgamasi mulai dikenal di Indonesia sejak era pemerintahan Hindia-Belanda dan hingga kini masih diterapkan pada tambang konvensional yang lebih dikenal sebagai pertambangan rakyat. Pada umumnya proses amalgamasi dilakukan oleh masyarakat penambang secara tradisional seperti yang dijumpai di daerah Jampangkulon (Sukabumi), Cineam (Tasikmalaya), Muaraaman dan Lebongtandai (Bengkulu Utara).

Salah satu bentuk pengembangan proses amalgamasi di Indonesia, adalah penambahan sejumlah daun ke dalam proses amalgamasi sebagai bahan aditif. Tidak diketahui secara pasti sejak kapan hal ini dimulai dan apa peranan daun tersebut ditambahkan. Menurut para penambang tradisional, penambahan daun tersebut diyakini dapat memperbaiki tingkat perolehan (*recovery*) logam emas dan perak ketika berlangsungnya proses amalgamasi. Pengetahuan tentang daun dan amalgamasi diperoleh para penambang secara turun temurun dan biasanya hanya diterapkan untuk jenis bijih emas tertentu yang banyak mengandung logam dasar (*base metal*) seperti logam Fe, Pb, Cu, Zn dan Mn. Beberapa jenis daun yang biasa mereka gunakan, yaitu daun asipatiheur, babadotan, nampong dan bahkan sering pula digunakan beberapa jenis daun lainnya seperti daun ilalang (alang-alang), bambu dan daun tales. Walaupun penambahan daun dalam proses amalgamasi telah lama dipraktikkan, namun hingga kini masih simpang siur tentang apa dan bagaimana peranan daun tersebut sebagai bahan aditif.

Keberadaan logam emas dan perak dalam bijih primer pada umumnya berasosiasi dengan beberapa jenis mineral sulfida, mineral oksida, atau bentuk mineral kompleks lainnya. Walaupun kadangkala di jumpai emas murni dalam bentuk mineral logam seperti elektum (Au), tetapi relatif sedikit sekali. Mineral mineral sulfida seperti pirit (FeS_2), kalkopirit (CuFeS_2), kalkosit (Cu_2S), sfalerit (ZnS), dan galena (PbS) dan mineral oksida seperti kuarsa (SiO_2), hematit (Fe_2O_3), kasiterit (SnO_2), rutil (TiO_2), monasit (MnO_2) diduga sebagai kendala dalam proses pengikatan Au dan Ag oleh *mercury* (Hg) atau amalgamasi.

Kendala tersebut dapat mengakibatkan tingkat perolehan (*recovery*) logam emas dan perak dalam *bullion* sebagai produk proses amalgamasi menjadi kurang optimal. Besar kecilnya tingkat perolehan tergantung dari besar kecilnya berat maupun kadar konsentrat yang diperoleh, artinya tergantung efektivitas proses pengikatan logam emas (Au) dan perak (Ag) oleh *mercury* (Hg) pada saat berlangsungnya proses amalgamasi.

Secara teoritis, mekanisme proses pengikatan logam Au dan Ag oleh *mercury* (Hg) dalam amalgamasi bukan karena adanya reaksi kimia melainkan hanya pengikatan secara fisik belaka.

Proses pengikatan logam tersebut akan menjadi lebih efektif jika paling tidak terpenuhinya parameter-parameter sebagai berikut :

- (1). mineral-mineral logam (Au dan Ag) telah terliberasi dengan sempurna atau terbebaskan dari mineral-mineral lainnya, oleh karena itu ukuran besar butir dibuat sekecil mungkin sesuai dengan ukuran butir mineralnya.
- (2). proses pengikatan berlangsung dalam lingkungan suasana basa, dimana nilai pH sekitar 8 – 10. Sementara bijih emas yang pada umumnya terbentuk pada lingkungan batuan asam atau intermediet. Oleh karena itu, untuk meningkatkan pH dalam proses amalgamasi perlu ditambahkan sejumlah kapur atau semen.
- (3). pH tersebut dalam kondisi stabil, mengingat bahwa dalam proses amalgamasi berlangsung secara dinamis (berputar). Oleh karena itu, perlu ditambahkan zat penyetabil pH.
- (4). permukaan mineral logam (Au dan Ag) relatif bersih, tidak terselimuti oleh zat organik seperti minyak, solar, olie atau zat anorganik yang berasal dari mineral-mineral lainnya yang dapat diklasifikasikan sebagai mineral pengganggu. Oleh karena itu, perlu ditambahkan sesuatu zat yang fungsinya menjaga agar permukaan logam (Au dan Ag) tetap bersih (baik secara fisik atau kimia).

Walaupun masih banyak parameter fisik dan kimia lainnya, namun diantara keempat parameter tersebut, diduga ada tiga kemungkinan peran daun sebagai bahan aditif, yaitu sebagai bahan untuk

meningkatkan pH, penyetabil pH atau sebagai bahan yang dapat berfungsi menjaga agar permukaan logam (Au dan Ag) tetap bersih.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh kejelasan tentang keeratan pola hubungan antara peranan daun terhadap mekanisme proses amalgamasi dan memperoleh kejelasan tentang peranan daun dalam memperbaiki tingkat perolehan (*recovery*) logam emas dan perak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi tentang kejelasan peranan daun sebagai bahan aditif dalam proses amalgamasi dan dapat bermanfaat bagi pemangku kepentingan (*stakeholder*) khususnya industri pertambangan rakyat.

METODOLOGI

Bahan eksperimentasi terdiri dari tiga jenis daun, yaitu asipatiheur (*Lantana camara*), babadotan (*Ageratum conizoides*), nampong (*Eupatorium molifolium*) seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Daun-daun tersebut mudah diperoleh mengingat tumbuh-tumbuhan tersebut tumbuh di kebun-kebun penduduk sekitar lokasi pertambangan rakyat. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH pa, HCl pa dan aquades. Sedangkan peralatan yang digunakan berupa pH meter, gelas kimia, corong gelas, kertas saring, mortar penumbuk, pengaduk magnit (*magnetic stirrer*) dan lain-lainnya.

Metoda penelitian yang dilakukan adalah eksperimentasi laboratorium dengan melibatkan parameter fisika dan kimia. Sebagai hipotesa kerja adalah dengan mempelajari mekanisme amalgamasi, mengekstraksi masing-masing ketiga jenis daun menjadi bentuk larutan, melakukan pengujian pH baik dalam kondisi normal maupun dalam lingkungan suasana asam dan basa, maka akan dapat diperoleh kejelasan tentang kebenaran peranan daun tersebut sebagai bahan aditif dalam proses amalgamasi bijih emas pertambangan rakyat.

Prosedur eksperimentasi dilakukan dalam empat tahapan. Tahapan pertama adalah pembuatan dan pengukuran pH ekstrak daun pada kondisi normal. Ekstrak daun dipersiapkan dalam bentuk larutan, dimana masing-masing daun seberat 100 gram ditumbuk dan ditambahkan 100 ml aquades, kemudian diaduk dan disaring untuk memperoleh konsentrasi larutan dengan nisbah (*ratio*) 100 gram daun /100 ml aquades. Selanjutnya ekstrak daun tersebut ditempatkan kedalam gelas kimia dan diukur pH-nya dengan menggunakan pH meter setiap satu jam sekali selama 6 jam sambil diaduk dengan menggunakan pengaduk magnit (*magnetic stirrer*). Hasil pengukuran pH dicatat dan disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Foto daun asipatiheur (*Lantana camara*), babadotan (*Ageratum conizoides*), dan nampong (*Eupatorium inulifolium*).

Tahapan kedua adalah pengujian pengaruh pH ekstrak daun dalam suasana asam. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh ekstrak daun dalam suasana asam paling tidak perlu dipersiapkan tiga jenis larutan pH 4 dengan cara menambahkan HCl secukupnya ke dalam 100 ml aquades. Ketiga larutan tersebut, masing-masing ditambahkan 10 ml ekstrak daun sambil diaduk dan diukur pH-nya untuk setiap setengah jam sekali selama kurang lebih enam jam. Demikian pula dilakukan sebaliknya, jika larutan asam ditambahkan dengan masing-masing ekstrak daun. Masing-masing hasil pengukuran pH dicatat dan disajikan dalam bentuk grafik.

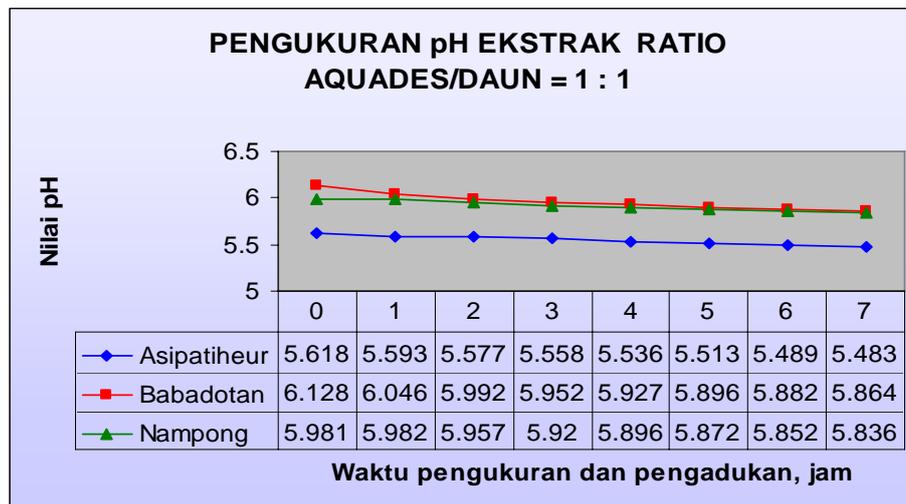
Tahapan ketiga adalah Pengujian pengaruh pH ekstrak daun dalam suasana basa. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun dalam suasana basa dipersiapkan pula tiga jenis larutan pH 8 dengan menambahkan NaOH secukupnya kedalam 100 ml aquades. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan cara yang sama seperti pada suasana asam. Masing-masing hasil pengukuran pH dicatat dan disajikan dalam bentuk grafik.

Tahapan keempat adalah pengujian pengaruh larutan pH 4 terhadap larutan pH 8 dan sebaliknya. Sebagai pembanding, dilakukan penambahan 10 ml larutan pH 4 setiap setengah jam sekali selama 6 jam kedalam 100 ml larutan pH 8 sambil diaduk dan diukur perubahan pH-nya dan dilakukan untuk sebaliknya dengan cara yang sama. Masing-masing hasil pengukuran pH dicatat dan disajikan dalam bentuk grafik.

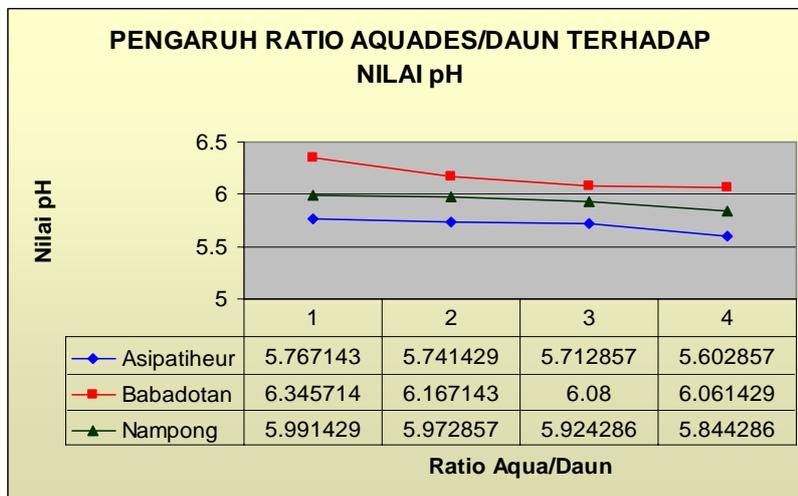
HASIL & PEMBAHASAN

Peranan ketiga jenis daun sebagai bahan untuk meningkatkan pH larutan

Hasil pengujian ekstrak daun dengan menggunakan gas chromatografi seperti disajikan pada Tabel 1, nampak bahwa ketiga jenis ekstrak daun tersebut didominasi (>80%) oleh asam asetat (*acetic acid*). Ekstrak daun asipatiheur mengandung 94,21 % asam asetat, daun nampong 83,79 % dan daun babadotan 80,11 %. Asam asetat ini pada umumnya termasuk jenis asam lemah dengan nilai pH sekitar 6.



Gambar 3. Grafik hasil pengukuran pH ekstrak dedaunan 100 gr/100 ml (nisbah aquades/dedaunan 1:1).



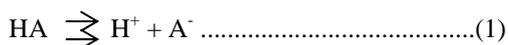
Gambar 4. Grafik hasil pengukuran pH ekstrak dedaunan (nisbah aquades/dedaunan 1:1 hingga 1:4).

Hasil pengukuran pH untuk masing-masing ekstrak daun disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 3 dan 4). Gambar 3 memperlihatkan bahwa masing-masing ekstrak daun dengan nisbah aquades/daun 1:1 menunjukkan nilai pH yang berbeda-beda, tetapi nilai pH untuk masing-masing ekstrak daun ternyata relatif stabil, walaupun telah dilakukan pengukuran pH dengan kondisi pengadukan untuk setiap satu jam sekali selama 6 jam. Ekstrak daun asipatiheur memperlihatkan nilai pH rata-rata 5.55 , ekstrak daun babadotan memperlihatkan nilai pH rata-rata 5,96 dan ekstrak daun nampong memperlihatkan nilai pH rata-rata 5,91.

Pada grafik Gambar 4, walaupun konsentrasi daun ditambah hingga nisbah aquades/daun 1:4 tetapi tidak memperlihatkan banyak perubahan. Nilai pH ketiga jenis daun tersebut yang berkisar antara pH (5,5 – 6) menunjukkan bahwa kemungkinan berperan sebagai bahan untuk meningkatkan pH tidak begitu signifikan.

Peranan daun sebagai bahan untuk menstabilkan pH larutan

Daun dapat berperan sebagai bahan untuk menstabilkan pH, jika ekstrak daun tersebut dapat berfungsi sebagai larutan penyangga (*buffer*). Secara umum larutan penyangga (*buffer*) didefinisikan oleh Day dan Underwood (1996) sebagai suatu larutan yang bertahan terhadap perubahan pH yang besar bila ditambahkan ion hidrogen atau hidroksida, atau jika diencerkan. Sedangkan Svehla dan Vogel (1985) mendefinisikan larutan *buffer* sebagai larutan yang menunjukkan ketahanan tertentu baik terhadap asam maupun basa. Secara teoritis larutan penyangga mengandung campuran dari suatu asam lemah dan garamnya atau suatu basa lemah dan garamnya. Konsentrasi ion hidrogen dapat dihitung dari tinjauan tentang kesetimbangan kimia yang terdapat dalam larutan. Jika larutan bufer terdiri dari suatu asam lemah dan garamnya, maka kesetimbangan disosiasi yang terdapat di dalam larutan dinyatakan dalam persamaan (1).



Tetapan keseimbangan dapat dinyatakan dalam persamaan (2).

$$K_a = \frac{[H^+] [A^-]}{[HA]} \dots\dots\dots(2)$$

dimana konsentrasi ion hidrogen dapat dinyatakan dalam persamaan (3).

$$[H^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]} \dots\dots\dots(3)$$

Asam bebas yang ada hampir tidak terdisosiasi sama sekali, karena adanya anion A⁻ dalam jumlah yang cukup besar yang berasal dari garamnya. Maka konsentrasi total asam (C) setara dengan konsentrasi asam yang tidak terdisosiasi (Ca = [HA]). Dengan alasan yang sama, konsentrasi total garam (C) setara dengan konsentrasi anion (Cs = [A⁻]). Melalui persamaan (3) dapat dinyatakan konsentrasi ion hidrogen dalam persamaan (4).

$$[H^+] = K_a \frac{C_a}{C_s} \dots\dots\dots(4)$$

atau dalam ukuran pH seperti persamaan (5).

$$pH = pK_a + \log \frac{C_s}{C_a} \dots\dots\dots (5)$$

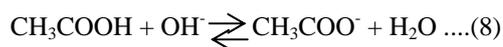
Hasil analisis khromatografi ketiga contoh ekstrak daun tersebut mengandung asam asetat yang termasuk jenis asam lemah dalam jumlah > 80 %. Jika bercampur dengan anion garam lainnya asam ini akan berdisosiasi hampir sempurna. Tetapi disosiasi asam asetat dapat diabaikan, karena keberadaan ion-ion asetat dalam jumlah banyak akan menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan asam asetat yang tidak terdisosiasi seperti persamaan (6).



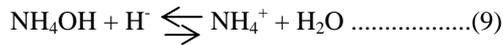
Larutan ini akan mempunyai pH tertentu, dan akan bertahan baik sekali, walaupun ditambah asam/basa. Jika ion hidrogen ditambahkan (persamaan 7), maka konsentrasi ion hidrogen tidak berubah, jumlah ion asetat berkurang, jumlah asam asetat yang tak terdisosiasi menjadi bertambah.



Demikian pula jika ion hidroksil yang ditambahkan (persamaan 8), maka konsentrasi ion hidrogen (dan hidroksil) tidak banyak berubah. Jumlah ion asetat akan bertambah, sedangkan jumlah asam asetat berkurang. Larutan demikian disebut sebagai larutan bufer atau larutan penyangga.



Demikian pula jika campuran terdiri dari amonium hidroksida dan amonium klorida, maka ion hidrogen bereaksi dengan amonium hidroksida (tidak terdisosiasi), seperti tercantum dalam persamaan (9).



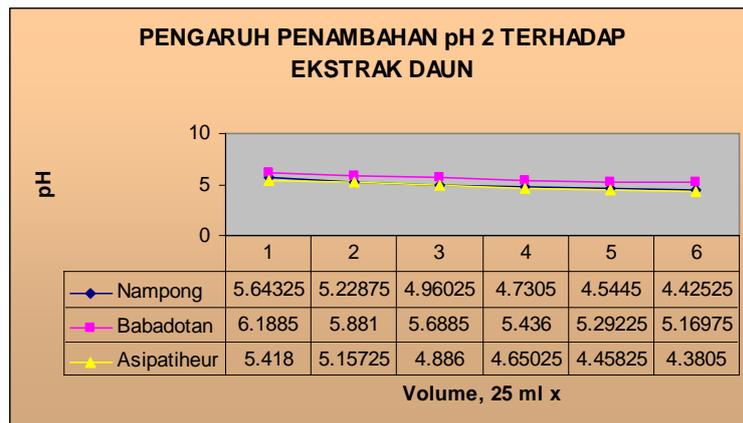
Sedangkan ketahanan terhadap ion hidroksil didasarkan atas pembentukan basa yang tidak terdisosiasi dari ion amonium (persamaan 10).



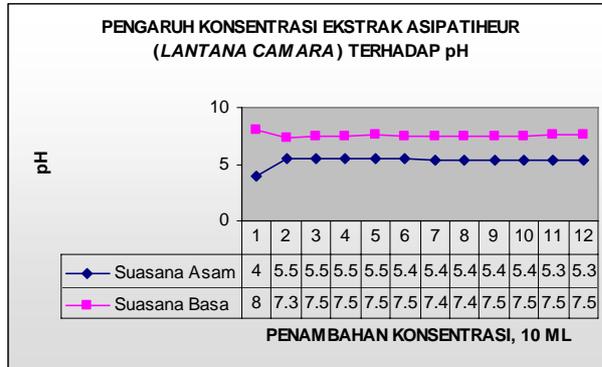
Persamaan-persamaan tersebut kiranya dapat menjelaskan tentang hasil pengujian terhadap ketiga jenis ekstrak daun jika masing-masing ekstrak daun ditambahkan larutan pH.2 seperti diperlihatkan pada grafik Gambar 5. Hasil pengukuran nilai pH melalui penambahan 10 ml untuk masing-masing ekstrak daun (nisbah aquades/daun 1:1) untuk setiap setengah jam sekali selama 6 jam baik dalam suasana asam maupun suasana basa disajikan pada Gambar 6, 7, dan 8.

Pada penambahan 10 ml pertama pada umumnya grafik memperlihatkan penurunan secara drastis (suasana basa) dan naik pula secara drastis (suasana asam) dan seterusnya cenderung membentuk suatu garis lurus. Ini berarti bahwa walaupun ditambahkan lagi dengan 10 ml berikutnya baik dalam suasana asam maupun basa akan memperlihatkan nilai pH yang relatif stabil, kecuali untuk penambahan 10 ml pertama. Dari ketiga jenis grafik tersebut nampak bahwa ekstrak daun nampong relatif lebih baik jika dibandingkan dengan ekstrak kedua daun lainnya seperti ditunjukkan oleh dua garis lurus yang saling berhimpit.

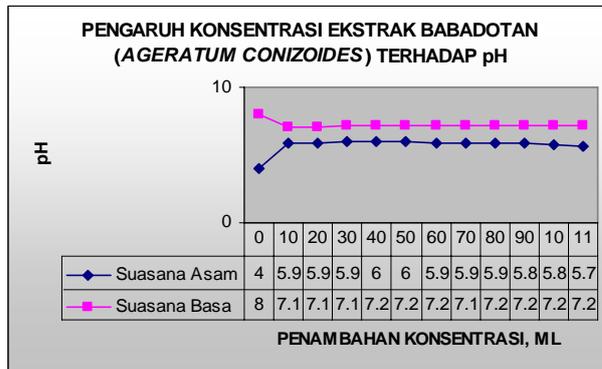
Jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 9, yang memperlihatkan perbandingan antara pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak daun nampong (grafik fungsi garis lurus) terhadap pengaruh penambahan konsentrasi larutan asam atau basa yang saling ditambahkan memperlihatkan grafik yang cenderung naik atau turun. Dengan demikian, bahwa ekstrak daun tersebut dapat dikatakan berperan atau berfungsi sebagai larutan *buffer* atau penyetabil pH larutan. Diantara ketiga jenis ekstrak daun tersebut, nampak bahwa ekstrak daun nampong berperan/berfungsi paling baik sebagai larutan *buffer*.



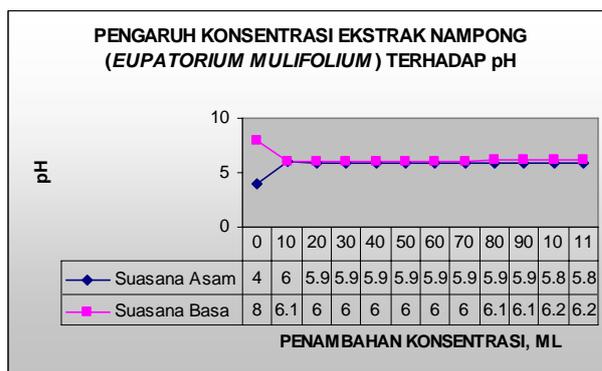
Gambar 5. Grafik pengaruh penambahan setiap 25 ml larutan pH.2 terhadap ekstrak ketiga jenis dedaunan. (nisbah aquades/dedaunan 1:1 hingga 1:4).



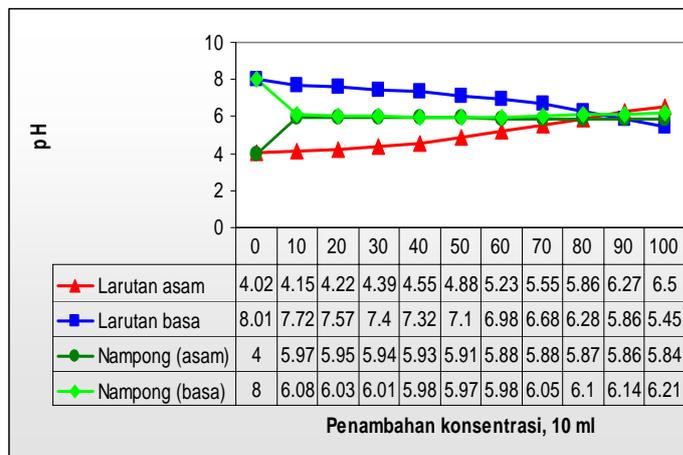
Gambar 6. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak asipatiheur terhadap pH baik dalam suasana asam maupun basa.



Gambar 7. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak babadotan terhadap pH baik dalam suasana asam maupun basa.



Gambar 8. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak daun nampong terhadap pH baik dalam suasana asam maupun basa.



Gambar 9. Grafik perbandingan pengaruh penambahan konsentrasi terhadap pH larutan.

Peranan Daun Sebagai Bahan Yang Berfungsi Untuk Menjaga Permukaan Logam Au Dan Ag Agar Tetap Bersih

Peranan daun sebagai bahan yang dapat berfungsi untuk menjaga permukaan logam Au dan Ag agar tetap bersih masih belum bisa dibuktikan, walaupun telah diketahui jenis senyawa yang terkandung pada ketiga jenis daun tersebut. Kondisi ini bisa dipahami mengingat bahwa belum dilakukan identifikasi tentang senyawa apa saja yang ada dalam pulp yang dapat menutupi atau melapisi permukaan logam tersebut, apakah termasuk senyawa organik seperti minyak solar, oli atau berupa senyawa anorganik atau berupa oksida dan sulfida yang berasal dari mineral-mineral pengotor. Hingga kini belum diperoleh literatur yang membahas permasalahan tersebut, untuk itu masih diperlukan tahapan penelitian tersendiri dan perlu dikaji lebih lanjut pada masa mendatang.

KESIMPULAN

1. Karakter ketiga jenis daun, menunjukkan bahwa sebagian besar komposisi (>80 %) terdiri dari senyawa asam asetat, termasuk jenis asam lemah dengan pH 5 – 6.
2. Sebagai bahan aditif, ketiga jenis daun tersebut lebih berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*), yang dapat berfungsi untuk menstabilkan pH.
3. Diantara ketiga jenis daun tersebut, daun nampong (*eupatorium moliforium*) paling baik berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*) ketimbang kedua jenis lainnya.
4. Ketiga jenis daun tersebut kurang berperan untuk meningkatkan pH asam, sedangkan peran sebagai penjaga agar permukaan mineral (logam Au) tetap bersih atau fungsi lainnya perlu diteliti secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI dan Tim Kajian Tambang – LIPI atas kesempatan yang diberikan kepada kami untuk melakukan penelitian dan

penulisan ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Kepala Kepala Bidang Sarana Penelitian dan Sub-bidang Sarana Penelitian Sumberdaya Bumi dan Rekayasa Mineral dan terutama kepada Sdr. Nita Yusianita dan Sdr. Atet Saepuloh yang telah banyak membantu dalam melakukan kegiatan penelitian di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpers, C.N dan Hunerlach, M.P. 2006. Mercury Contamination from Historic old Mining in California. USGS Fact Sheet FS-061-00, <http://Ca.waterUSGS.gov/mercury/fs06100.html>.
- Day R.A. Jr. dan Underwood A.L. 1996. Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi ke-lima, Erlangga, Jakarta.
- Svehla, G. dan Vogel F.R.I.C. 1985. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Bagian I. Edisi ke-lima, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta.

Naskah masuk: 4 Maret 2007
Naskah diterima: 20 Juli 2007