



Netralisasi air limbah penambangan emas di Blok Jalur 7 Bolaang Mongondow dengan menggunakan larutan kapur

Niciawati Dg Malureng^{1✉}, Andi Suryanto¹, Setyawati Yani¹
Fakultas Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar⁽¹⁾
DOI: 10.31004/jutin.v8i1.42067

✉ Corresponding author:
[\[niciawati.dgmalureng@gmail.com\]](mailto:niciawati.dgmalureng@gmail.com)

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Bijih Emas;
Netralisasi;
Kapur Lobong;
Kapur Kemindo;
Air limbah

Daerah Bolaang Mongondow sangat berpotensi mengandung mineral-mineral ekonomis seperti bijih emas tepatnya di Kecamatan Lolayan Desa Tanoyan Selatan. Penambangan emas skala kecil dengan proses sianidasi yang dapat berdampak negatif pada lingkungan. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh Jenis Kapur Lobong dan kemindo dalam menetralsasi pH air limbah dan mengetahui pengaruh konsentrasi larutan kapur lobong dan kemindo dalam menetralsasi pH air limbah. Metode penanganan air limbah penambangan yaitu penggunaan serbuk kapur yang dimasukkan di air limbah dengan konsentrasi kapur 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.12 g dan waktu pengadukan selama 1 menit, 3 menit, 5 menit, 7 menit dan 10 menit. Kapur Kemindo cenderung memberikan efek yang lebih baik dalam meningkatkan pH dibandingkan dengan Kapur Lobong. Konsentrasi kapur memiliki pengaruh langsung terhadap pH air semakin tinggi konsentrasi kapur yang ditambahkan ke dalam air semakin tinggi pula nilai pH yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya pemilihan jenis kapur dan konsentrasi kapur dalam meningkatkan pH larutan termasuk pengolahan air limbah dan pemeliharaan kualitas air serta tanah.

Abstract

Keywords:
Gold Ore;
Neutralization;
Lobong Lime;
Kemindo Lime;
Wastewater

The Bolaang Mongondow region, especially in Tanoyan Selatan Village within the Lolayan District, presents considerable promise for the extraction of economically significant minerals, including gold ore. In this region, the practice of small-scale gold mining frequently utilizes cyanidation methods, which present significant environmental hazards. This research endeavors to investigate the effectiveness of Lobong lime and Kemindo lime in neutralizing the pH of mining wastewater, with particular emphasis on the impact of lime type and concentration on pH levels. The methodology for treating wastewater entailed the incorporation of lime powder into mining wastewater at diverse concentrations of 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g,

0.08 g, 0.10 g, and 0.12 g, accompanied by stirring intervals of 1 minute, 3 minutes, 5 minutes, 7 minutes, and 10 minutes. The results indicated that Kemindo lime consistently surpassed Lobong lime in elevating pH levels. Moreover, the level of lime demonstrated a direct positive relationship with the enhancement of pH; increased lime concentrations led to markedly higher pH values. The findings highlight the essential importance of choosing the correct type and concentration of lime in wastewater treatment to improve both water and soil quality, consequently reducing environmental repercussions.

1. INTRODUCTION

Indonesia memiliki potensi yang mengandung cadangan mineral emas dan mineral sulfida yang besar. Dimana potensi ini dibuktikan para peneliti dari DEM (Devision Of Exploration and Mining) yang melakukan penelitian pada daerah mineralisasi berkaitan dengan unsur vulkanik. Emas merupakan salah satu jenis mineral yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi kondisi ini menyebabkan emas menjadi salah satu bahan tambang logam mulia yang banyak di eksplorasi (Handini, 2006). Daerah Bolaang Mongondow termasuk dalam bagian tengah lengan utara Sulawesi yang umumnya disusun oleh busur magmatik berumur Neogen yang sangat berpotensi mengandung mineral-mineral ekonomis sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap potensi sumber daya mineral tersebut (Harjanto dkk., 2016).

Sebagian besar masyarakat di Kabupaten Bolaang Mongondow tepatnya di Kecamatan Lolayan Desa Tanoyan Selatan bermata pencaharian sebagai petani termasuk penghasil padi, jagung, kelapa, kopi dan tanaman perkebunan lainnya namun sejak munculnya kegiatan penambangan membuat lahan pertanian dan kawasan hutan produksi berubah menjadi kawasan pertambangan emas yang dikelola oleh masyarakat. Peralihan profesi dari pertanian ke sektor pertambangan diakibatkan karena penghasilan di sektor pertanian terbilang cukup lambat dibandingkan dengan penambangan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat tidak sedikit masyarakat yang mencari cara untuk meningkatkan pendapatan ekonomi dengan lebih cepat yaitu dengan melakukan penambangan.

Desa Tanoyan Selatan Lokasi pertambangan sudah memiliki izin Pertambangan Rakyat (IPR) sehingga kawasan pertambangan yang dikelola oleh masyarakat menjadi Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) di Desa Tanoyan Selatan dikelola oleh Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) yang bergerak untuk mengelolah kawasan pertambangan BUMdes ini bernama (Koperasi Unit Desa Perintis) memiliki luas 1000.000m²/100Ha. Dampak positif dari kegiatan penambangan emas yang dikelola masyarakat mengakibatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat desa meningkat. Namun disisi lain juga terdapat dampak negatif yang disebabkan dari penambangan emas yaitu kerusakan lingkungan akibat dari pencemaran limbah sianida, dari beberapa uraian peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penanganan limbah sianida hasil penambangan emas yang di kelola masyarakat di Desa Tanoyan Selatan.

Penelitian berfokus menurunkan konsentrasi sianida dalam air limbah dari lokasi pertambangan emas skala kecil dengan menetralisasi pH limbah sianida dengan menggunakan larutan kapur sehingga air limbah tailing yang akan di alirkan ke sungai sudah sesuai dengan baku mutu yang mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 Thn. 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Penambangan Bijih Emas/Tembaga.

2. METHODS

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Lapangan, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Unversitas Muslim Indonesia Makassar, pada bulan Juni 2024 hingga Juli 2024 sesuai yang terlampir dilampiran jadwal kegiatan penelitian.

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan adalah seperangkat perlengkapan dan peralatan yang dibutuhkan selama kegiatan pengambilan data di lapangan seperti : Beaker glass dan pH meter. Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari kapur tohor jenis kemindo (CaCO₃), kapur lobong dan air limbah tailing penambangan emas skala kecil dari desa Tanoyan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow Provinsi Sulawesi Utara.

Variabel Penelitian

1. Variabel Tetap
Volume air 200 ml.
2. Variabel Bebas
 - a) Waktu pengamatan selama 1 menit, 3 menit, 5 menit, 7 menit dan 10 menit dengan pengambilan data sebanyak 5 kali.
 - b) Konsentrasi kapur tohor jenis kemindo sebanyak (0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.12 g) dan kapur lobong sebanyak (0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.12 g)

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi pengambilan sampel air limbah penambangan emas skala kecil, persiapan alat, bahan dan tempat untuk perlakuan percobaan dan pembuatan larutan kapur (kapur tohor jenis kemindo & kapur lobong). Kemudian menyiapkan 6 buah beaker glass 200 ml, setelah itu memberi label pada wadah sesuai dengan variasi dosis yang ingin dicoba (0 g (kontrol), 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.12 g). Mengambil sampel air limbah dan memasukkan sampel ke dalam 6 buah beaker glass 200 ml, masing-masing sebanyak 200 ml dan salah satu sebagai kontrol. Memasukkan larutan kapur ke dalam 6 buah beaker glass dengan masing-masing dosis 0 g (kontrol), 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.12 g dalam 200 ml air limbah, Mengaduk air limbah penambangan emas skala kecil yang sudah ditambahkan larutan kapur selama 1 menit, 3 menit, 5 menit, 7 menit dan 10 menit. Mengukur dan mencatat perubahan pH berdasarkan penambahan variasi dosis larutan kapur jenis kemindo dan kapur lobong.

Prosedur Pengambilan Data

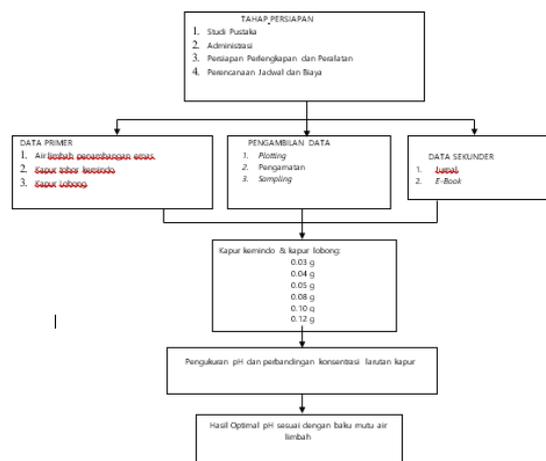
Pengambilan sample air limbah penambangan emas yang diperoleh dari Kabupaten Bolaang Mongondow. Sampel air limbah dari enam titik pengambilan sampel ditampung dalam 6 botol masing masing dengan volume 1200 ml. Titik pertama (T1) terletak pada jarak 20 m sesudah pembuangan limbah, titik kedua (T2) terletak pada jarak 50 m dari titik (T1), titik ketiga (T3) terletak pada jarak 70 m dari titik (T2), titik keempat (T4) terletak pada jarak 100 m dari titik (T3), titik kelima terletak pada jarak 120 meter dari titik (T4), titik keenam terletak dari pada jarak 150 meter dari titik (T5).

Persiapan larutan kapur jenis kemindo dan kapur lobong

- a. Kapur jenis kemindo
Sediakan kapur jenis kemindo sebanyak 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.012 di larutkan ke dalam air limbah penambangan skala kecil sebanyak 200 g ke dalam 6 buah beaker glass.
- b. Kapur Lobong
Sediakan kapur jenis lobong sebanyak 0.03 g, 0.04 g, 0.05 g, 0.08 g, 0.10 g, 0.012 di larutkan ke dalam air limbah penambangan skala kecil sebanyak 200 g ke dalam 6 buah beaker glass.

Pengadukan air limbah dan kapur

Setelah kapur jenis kemindo dan kapur lobong di larutkan ke dalam masing-masing beaker glass air limbah kemudian di aduk selama 1 menit, 3 menit, 5 menit, 7 menit, 10 menit.



Gambar 1.3 Diagram Alir Metode Penelitian

3. RESULT AND DISCUSSION

Pengaruh Jenis Kapur

Pada penelitian ini telah dilakukan di lokasi tambang rakyat Desa Tanoyan, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow. Proses netralisasi air limbah pada lokasi penambangan emas belum memenuhi standar baku mutu air limbah, maka dilakukan penambahan kapur, pada penelitian ini menggunakan dua jenis kapur yaitu kapur kemindo dan kapur lobong. Adapun hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

Karakteristik Kapur Kemindo

a. Komposisi Kimia:

Kapur kemindo umumnya terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), kalsium oksida (CaO), dan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Kalsium hidroksida, khususnya, berfungsi sebagai bahan netralisasi yang efektif untuk limbah asam (Apsari et al., 2018).

b. Sifat Basa:

Kapur kemindo bersifat basa, sehingga dapat digunakan untuk menetralkan limbah yang bersifat asam, termasuk air limbah yang mengandung sianida. Reaksi antara sianida dan kapur menghasilkan kalsium sianida (Ca(CN)_2), yang lebih stabil dan kurang beracun (Widiyaningsih et al., 2022).

c. Kemampuan Menurunkan Kadar Sianida:

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan larutan kapur tohor (Ca(OH)_2) dapat menurunkan kadar sianida dalam air limbah hingga 86% dengan konsentrasi tertentu. Proses ini juga dapat memperjelas warna air limbah yang keruh menjadi lebih jernih (Hasan and Taufiq, 2022).

d. Manfaat Penggunaan Kapur Kemindo pada Air Limbah Sianida

1. Netralisasi: Kapur kemindo efektif dalam menetralkan asam sianida, sehingga mengurangi potensi bahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia.
2. Pengendapan Zat Tersuspensi: Penambahan kapur juga membantu mengendapkan partikel-partikel tersuspensi dalam air limbah, meningkatkan kualitas air (Widiyaningsih et al., 2022).
3. Meningkatkan Kualitas Tanah: Selain untuk pengolahan air limbah, kapur juga digunakan untuk memperbaiki pH tanah, meningkatkan kesuburan, dan menyediakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Widiyaningsih et al., 2022). Secara keseluruhan, kapur kemindo merupakan bahan yang sangat bermanfaat dalam pengelolaan air limbah industri, terutama dalam mengatasi masalah pencemaran sianida.

Karakteristik Kapur Lobong

Kapur lobong, yang berasal dari Desa Lobong di Bolaang Mongondow, memiliki karakteristik yang membuatnya relevan dalam pengolahan limbah yang mengandung sianida.

a. Komposisi Kimia:

Kapur lobong umumnya terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi, yang dapat terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO) saat dipanaskan. Kalsium oksida bersifat basa dan dapat digunakan untuk menetralkan limbah asam seperti sianida (Makalalag et al., 2023).

b. Sifat Reaktif:

Kapur lobong memiliki sifat reaktif yang baik, sehingga mampu bereaksi dengan senyawa beracun dalam limbah, termasuk sianida. Reaksi ini dapat menghasilkan senyawa yang kurang berbahaya, seperti kalsium sianida (Ca(CN)_2), yang lebih stabil (Makalalag et al., 2023).

c. Ketersediaan dan Ekonomis:

Kapur lobong tersedia melimpah di daerah tersebut dan diproduksi melalui proses pembakaran di tungku, menjadikannya bahan yang ekonomis untuk digunakan dalam pengolahan limbah (Makalalag et al., 2023).

d. Manfaat Penggunaan Kapur Lobong pada Limbah Sianida

Netralisasi: Kapur lobong kurang efektif dalam menetralkan pH air limbah yang asam, diproduksi melalui proses pembakaran di tungku yang belum sempurna sehingga serbuk kapur kurang merata. Secara keseluruhan, kapur lobong kurang efektif untuk pengolahan limbah sianida karena kemampuannya yang tidak konsisten dalam menetralkan pH air limbah.

Table 4.1 Pengaruh jenis kapur Kemindo dan Kapur Lobong terhadap kenaikan pH

NO.	Konsentrasi Kapur (Ca(OH) ₂) (gr)	Average pH		Deviasi
		Kapur Lobong	Kapur Kemindo	
1	0,03	6,9	7,0	0,1%
2	0,04	7,2	7,3	0,1%
4	0,05	7,3	7,4	0,2%
4	0,08	7,5	7,6	0,1%
5	0,10	11,2	11,4	0,2%
6	0,12	11,7	12,5	0,8%

a. Konsentrasi Rendah (0,03 gr hingga 0,08 gr):

Pada konsentrasi rendah (0,03 gr hingga 0,08 gr), pH larutan untuk kedua jenis kapur menunjukkan nilai yang relatif mendekati netral. Kapur Kemindo memberikan pH yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Kapur Lobong pada setiap konsentrasi. Misalnya, pada konsentrasi 0,04 gr, pH untuk Kapur Lobong adalah 7,2, sedangkan untuk Kapur Kemindo adalah 7,3.

Konsentrasi Tinggi (0,10 gr dan 0,12 gr):

Pada konsentrasi yang lebih tinggi (0,10 gr dan 0,12 gr), terdapat lonjakan signifikan pada pH. Kapur Kemindo menunjukkan pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan Kapur Lobong dengan nilai 11,4 untuk konsentrasi 0,10 gr dan 12,5 untuk konsentrasi 0,12 gr. Hal ini menunjukkan bahwa Kapur Kemindo lebih efektif dalam meningkatkan pH larutan pada tingkat konsentrasi yang lebih tinggi. Dari hasil pengamatan di atas jenis kapur berpengaruh terhadap kenaikan pH larutan. Kapur Kemindo cenderung memberikan efek yang lebih baik dalam meningkatkan pH dibandingkan dengan Kapur Lobong pada semua konsentrasi yang diuji.

Pengaruh Waktu Pengadukan

Pengadukan adalah proses penting dalam pencampuran bahan, termasuk dalam pelarutan kapur (Ca(OH)₂) dalam air. Waktu pengadukan dapat mempengaruhi sejauh mana kapur larut dan homogenitas larutan yang dihasilkan. Berikut adalah hasil pengamatan mengenai pengaruh waktu pengadukan terhadap larutan kapur.

Table 4.2 Hasil Pengamatan Waktu Pengadukan

Waktu Pengadukan	Larut	Homogenitas
1 menit	Menggumpal	Belum homogen
3 menit	Menggumpal	Belum homogen
5 menit	Larut	Homogen
7 menit	Larut	Homogen
10 menit	Larut	Homogen

1. Waktu Pengadukan 1 dan 3 Menit:

Pada waktu pengadukan 1 menit dan 3 menit, kapur masih dalam keadaan menggumpal dan larutan belum homogen. Ini menunjukkan bahwa waktu pengadukan yang singkat tidak cukup untuk mendispersikan partikel kapur ke dalam air secara efektif.

2. Waktu Pengadukan 5 Menit:

Setelah 5 menit, kapur mulai larut dengan baik dan larutan menjadi homogen. Ini menandakan bahwa pengadukan selama waktu ini cukup untuk memastikan bahwa partikel-partikel kapur terdispersi secara merata dalam air.

3. Waktu Pengadukan 7 dan 10 Menit:

Pada waktu pengadukan 7 menit dan 10 menit, larutan tetap larut dan homogen. Hal ini menunjukkan bahwa setelah mencapai waktu pengadukan yang optimal (sekitar 5 menit), tambahan waktu tidak memberikan perubahan signifikan pada kondisi larutan. Waktu pengadukan berpengaruh signifikan terhadap kelarutan dan homogenitas larutan kapur. Waktu pengadukan minimal yang diperlukan untuk mencapai kondisi larut dan homogen adalah sekitar 5 menit. Oleh karena itu, dalam praktiknya, penting untuk memperhatikan durasi pengadukan agar mendapatkan larutan yang optimal.

Pengaruh Konsentrasi Kapur

Tabel 4.3 menunjukkan pengaruh berbagai konsentrasi kapur (Ca(OH)₂) terhadap rata-rata pH larutan. Berikut adalah data yang diperoleh dari pengujian:

Table 4.3 Pengaruh Konsentrasi Kapur

Konsentrasi Kapur (Ca(OH) ₂)	Rata-rata pH					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1,5%	6,4	6,9	6,7	7,0	7,1	7,1
2%	6,7	7,2	7,0	7,3	7,4	7,4
3%	6,8	7,3	7,1	7,4	7,5	7,5
4%	7,0	7,5	7,3	7,6	7,7	7,7
5%	10,8	11,2	11,1	11,4	11,4	11,5
6%	11,3	11,7	11,6	11,9	11,9	12,0

Keterangan :

1. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.03gr = 1.5%
2. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.04gr = 2%
3. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.05gr = 3%
4. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.08gr = 4%
5. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.10gr = 5%
6. Konsentrasi kapur Perbandingan 200 ml air : 0.12gr = 6%

Table 4.4. Tabel Rata-rata pH Berdasarkan Konsentrasi Kapur

Konsentrasi Kapur	Rata-rata pH
1,50%	6,7
2%	7,2
3%	7,4
4%	7,6
5%	11,4
6%	11,8

1. Konsentrasi Rendah (1,5% - 4%):

Pada konsentrasi kapur antara 1,5% hingga 4%, pH air menunjukkan nilai yang relatif netral, berkisar antara 6,4 hingga 7,7. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah, kapur tidak memberikan efek basa yang signifikan pada air. Nilai pH di bawah 7 menandakan sifat asam yang masih dominan pada konsentrasi ini.

2. Konsentrasi Tinggi (5% dan 6%):

Ketika konsentrasi kapur meningkat menjadi 5% dan 6%, terjadi lonjakan drastis pada pH, mencapai nilai antara 10,8 hingga 12,0. Ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tinggi, kapur berperan sebagai basa kuat yang secara efektif meningkatkan pH air menjadi sangat basa. Peningkatan ini juga dapat menyebabkan kesadahan air yang lebih tinggi dan mempengaruhi kualitas air secara keseluruhan. Dari hasil pengamatan di atas, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi kapur memiliki pengaruh langsung terhadap pH air. Semakin tinggi konsentrasi kapur yang ditambahkan ke dalam air, semakin tinggi pula nilai pH yang dihasilkan. Hal ini penting untuk dipertimbangkan dalam aplikasi praktis seperti pengolahan air limbah dan pemeliharaan kualitas air untuk keperluan pertanian atau industri.

Mineral-mineral logam dan Sianida yang terkandung dalam sampel

Analisis Mineral Logam dan Sianida dalam Sampel Tabel 4.5 menunjukkan hasil analisis laboratorium terhadap kandungan mineral logam dan sianida dalam sampel yang diuji. Berikut adalah data yang diperoleh:

Table 4.5 Hasil analisa laboratorium

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
pH	-	8	6-9
Tembaga (Cu)	mg/L	<0,01	<2
Air Raksa (Hg)	mg/L	<0,0008	<0,005
Besi (Fe)	mg/L	<0,027	0
Emas (Au)	mg/L	<0,01	0
Sianida (CN)	mg/L	0,02	<0,5

Hasil analisa laboratorium menunjukkan kadar mineral logam yang terkandung dalam sampel air sungai masih memenuhi standar baku mutu air limbah penambangan emas skala kecil untuk parameter-parameter pH, sianida, dan logam-logam seperti tembaga, merkuri, besi dan emas ditunjukkan pada Tabel 4.13.

- a. pH: Nilai pH sampel adalah 8, yang berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan (6-9). Ini menunjukkan bahwa larutan bersifat netral hingga sedikit basa.
- b. Tembaga (Cu): Konsentrasi tembaga terukur di bawah ambang batas deteksi ($<0,01$ mg/L), jauh di bawah baku mutu yang diperbolehkan (<2 mg/L). Ini menunjukkan bahwa tidak ada pencemaran signifikan oleh tembaga dalam sampel.
- c. Air Raksa (Hg): Konsentrasi merkuri juga terdeteksi di bawah ambang batas ($<0,0008$ mg/L), yang menunjukkan bahwa kandungan merkuri dalam sampel aman dan memenuhi standar ($<0,005$ mg/L).
- d. Besi (Fe): Besi terukur di bawah ambang batas deteksi ($<0,027$ mg/L), sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan yaitu 0. Ini menunjukkan bahwa tidak ada pencemaran besi dalam sampel.
- e. Emas (Au): Kandungan emas juga terdeteksi di bawah ambang batas ($<0,01$ mg/L), sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 0.
- f. Sianida (CN): Kandungan sianida terukur pada $0,02$ mg/L, masih berada di bawah baku mutu yang diperbolehkan ($<0,5$ mg/L). Ini menunjukkan bahwa meskipun ada sedikit kandungan sianida, masih dalam batas aman.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa sampel memiliki kadar mineral logam dan sianida yang berada dalam batas aman sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pemerintah dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004 dengan pH 6-9. Tidak ada indikasi pencemaran signifikan oleh logam berat atau sianida dalam sampel ini. Hasil ini penting untuk menilai kualitas air dan potensi dampaknya terhadap kesehatan lingkungan dan manusia.

4. CONCLUSION

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan kapur Kemindo lebih efektif dalam meningkatkan pH larutan dibandingkan dengan kapur Lobong. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis kapur sangat penting dalam aplikasi yang memerlukan peningkatan pH, seperti pengolahan air limbah. Adapun pada Waktu pengadukan yang optimal untuk mencapai homogenitas larutan adalah sekitar 5 menit. Pengadukan yang cukup memastikan bahwa larutan kapur terdistribusi secara merata. Pada peningkatan konsentrasi kapur berbanding lurus dengan kenaikan pH larutan. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur dalam dosis yang tepat dapat menaikkan pH air limbah dari kondisi asam menjadi netral, yang sangat penting untuk memenuhi standar kualitas air. Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan jenis kapur, waktu pengadukan, dan konsentrasi dalam meningkatkan pH larutan untuk berbagai aplikasi praktis, termasuk pengolahan air limbah dan pemeliharaan kualitas air serta tanah .

5. REFERENCES

- Apsari, S. P., Setiani, O., & Dangiran, H. L. (2018). Penurunan Kadar Sianida Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Larutan Kapur Tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) Di Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 325-334.
- Arifin, U. R., Jadid, M. M., & Widiono, B. (2019). Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Emas dengan Proses Netralisasi Koagulasi Flokulasi. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 112-120.
- Harjanto, A., Sutanto, S., Subandrio, A., Suasta, I. M., Salamat, J., & Hartono, G. Alterasi Hidrotermal Di Dumoga Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara Hydrothermal Alteration In Dumoga Barat, Bolaang Mongondow Area, North Sulawesi.
- Hasan, S. A., & Taufiq, N. (2022). Pengaruh Penambahan Zat Kapur dan Lama Perendaman Terhadap Kadar Sianida Pada Singkong (Manihot Esculanta Crantz). *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(2), 133-141.
- Herlina, A., Handayani, H. E., & Iskandar, H. (2014). Pengaruh fly ash dan kapur tohor pada netralisasi air asam tambang terhadap kualitas air asam tambang (pH, Fe & Mn) di IUP Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 2(2), 102629.

- Kapur, Z. (2011). Pengaruh Zat Kapur {Ca (oh) 2} dalam Air terhadap Calculus Indeks pada Murid Kelas V Sdn 105 Baraka dan Murid Kelas V Sdn 123 Banti Kabupaten Enrekang Tahun 2011.
- Majalis, A. N., Lusiani, S., & Novitasari, Y. (2019). Proses untuk Menurunkan Konsentrasi Sianida Bebas dalam Air Limbah Pertambangan Emas Skala Kecil. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), 73-82.
- MAJALIS, A. N., LUSIANI, S., & NOVITASARI, Y. (2019). Proses untuk Menurunkan Konsentrasi Sianida Bebas dalam Air Limbah Pertambangan Emas Skala Kecil The Process to Reduce Free Cyanide Concentration in Wastewater from Small-Scale Gold Mining. *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol*, 20(1).
- Makalalag, A. D., Tewal, S. T. R., & Sindua, N. J. (2023). Dampak Sosial Pengelolaan Batu Kapur terhadap Lingkungan Masyarakat Desa Lobong Kecamatan Passi Barat Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Social Science*, 11(2), 85-90.
- Maulana, A., Herviyanti, H., & Prasetyo, T. B. (2020). Pengaruh berbagai jenis kapur dalam aplikasi pengapuran untuk memperbaiki sifat kimia Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 209-214.
- Natasya, F. A., Lydia, E. N., & Irwansyah, I. (2024). Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanis Batuan Kapur dengan Kadar Kalsium Karbonat di Desa Kaloy. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 7(1), 52-64.
- Purba, A., Indrajaya, F., Noveriady, N., & Aulia, S. (2024). Analisis Penggunaan Kapur Tohor (Cao) Untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Tambang Di Cv. Bk Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 8(1), 1-6.
- Purnamawati, D. I., & Tapilatu, S. R. (2012). Genesa Dan Kelimpahan Mineral Logam Emas, Dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi, Dan Atomic Absorbption Spectrophotometry (Aas), Di Daerah Sangon, Kabupaten Kulonprogo, Propinsi Diy. *Jurnal Teknologi*, 5(2), 163-171.
- Rahmat, A., Suryanto, A., Nurjannah, N., & Kalla, R. (2021). Pemanfaatan Biji Aren (Arenga Pinata Meer) Sebagai Biokuagulan Dalam Menurunkan Parameter Limbah Cair Rumah Sakit. *Iltek: Jurnal Teknologi*, 16(02), 59-64.
- Sabara, Z., La Ifa, D. D., & Irmayani, R. R. (2017). Ekstraksi emas dari biji emas dengan sianida dan oksigen dengan metode ekstraksi padat-cair. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2(02).
- Siswanto, D. (2024). Analisis Status Dan Kelas Kemampuan Kesuburan Tanah Pada Beberapa Lahan Tebu Di Kecamatan Japah Kabupaten blora (Doctoral dissertation, UPN" VETERAN" JAWA TIMUR).
- Sunarsih, S., Sari, I. and Riono, Y. (2018) 'PENGARUH DOSIS PENGAPURAN TERHADAP PENINGKATAN pH TANAH DAN PRODUKSI TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) PADA MEDIA GAMBUT', *Jurnal Agro Indragiri*, 1(01), pp. 266–276. Available a
- Suryanto, A. (2021). Optimalisasi penggunaan kitosan limbah kulit udang vannamei sebagai koagulan dalam perbaikan kualitas air danau. *Journal Indonesia Sosial Sains (JISS)*, 2(2), 300-310.
- Widiyaningsih, D., Amyati, A., & Warniningsih, W. (2022). Alternatif Pengelolaan Limbah Tepung Tapioka Berbasis Teknologi Bersih Ramah Lingkungan untuk Meningkatkan Nilai Ekonomis Produk di Dermaji. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 13(1), 150-157.