

**ANALISIS KANDUNGAN MANGAN (Mn) PADA AIR SUMUR DI SEKITAR KAWASAN  
PERTAMBANGAN BATUBARA DI KECAMATAN SIMPANG EMPAT,  
KABUPATEN BANJAR**

***Analysis Of Manganese (Mn) Level In Well Water Around The Coal Mining Area In  
Simpang Empat Sub-District, Banjar District***

**Rahmat Yunus\*, Intan Aprilia Rahayu, Dahlena Ariyani**  
Program Studi Kimia, Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani KM. 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*e-mail: [rhmtyunus@gmail.com](mailto:rhmtyunus@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian tentang analisis kandungan logam berat Mn pada air sumur di sekitar kawasan pertambangan batubara di Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Banjar telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter kualitas perairan (Suhu, TSS, TDS, pH dan DO) dan kadar Mn pada sampel di lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kualitas perairan berupa suhu, TDS dan DO telah memenuhi persyaratan baku mutu yang ditetapkan oleh Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Untuk beberapa sampel, parameter TSS dan pH didapatkan hasil yang melebihi baku mutu. Kadar Mn yang terukur pada sampel bervariasi, dimana kadar terendah adalah sebesar 0,01 mg/L dan kadar tertinggi sebesar 2,04 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar air sumur di sekitar kawasan pertambangan batubara di Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Banjar tergolong berkualitas sedang dan masih layak digunakan sebagai air bersih. Akan tetapi sebagian besar sampel masih belum layak digunakan sebagai air minum karena beberapa parameter telah melebihi baku mutu.

**Kata Kunci:** Air Sumur, Mangan (Mn)

**ABSTRACT**

*The Mn content in well water around the coal mining area in the Simpang Empat Sub-district, Banjar district have been analyzed. This research was intended to study the water quality of the samples, where the analyzed parameters were their temperature; TSS; TDS; pH; and Mn levels. The results showed that while the temperature, TDS and DO of all the samples have been in compliance with the quality standard requirements as set by The Ministry of Health in Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 and by the Central Government in PP. No. 82 of 2001, the TSS and pH of some samples exceeded said standard. The measured Mn levels in samples showed various results, where the lowest and highest levels were 0.01 mg/L and was 2.04 mg/L, respectively. The result of this study indicated that most well water around the coal mining area in the Simpang Empat Sub-district, Banjar district can still be classified to have a medium quality and still suitable to be used as clean water. However, most samples are not suitable for drinking water as some the parameters have exceeded the quality standard.*

**Keywords:** Well Water, Manganese (Mn)

## PENDAHULUAN

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengelolaan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang. Salah satu hasil dari kegiatan pertambangan yaitu berupa mineral dan batubara (Undang-Undang Republik Indonesia No. 4 Tahun 2009).

Polutan yang terdapat dalam air asam tambang, yakni berupa logam-logam berat seperti Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, dan lain-lain yang dapat meracuni perairan serta berdampak buruk bagi kesehatan makhluk hidup di sekitarnya (Castello, 2003). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang baku mutu air minum menyebutkan bahwa konsentrasi Mn di dalam air minum tidak boleh lebih dari 0,1 mg/L dan pada air bersih tidak boleh lebih dari 0,5 mg/L.

Suprayudi & Abdi (2015) telah meneliti sampel air sumur yang diambil di sekitar pasar besi di Daerah Ciptomulyo Kecamatan Sukun Kota Malang mendapatkan hasil positif dari 20 sampel air sumur yang diperiksa mengandung kadar Mn berlebih yaitu dengan nilai

tertinggi sebesar 1,575 mg/L dan nilai terendah sebesar 0,475 mg/L. Data tersebut menunjukkan bahwa kandungan Mn pada sampel tersebut melebihi baku mutu Mn berdasarkan Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang baku mutu air minum, sehingga dapat disimpulkan bahwa air sumur warga tidak layak dikonsumsi karena dapat mempengaruhi kesehatan warga yang berada di sekitar pasar besi. Hal tersebut menunjukkan bahwa lingkungan sekitar sangat mempengaruhi kualitas perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat Mn pada air sumur di kawasan pertambangan batubara Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Banjar. Kawasan ini merupakan ruang lingkup pertambangan batubara yang berpotensi menyebabkan pencemaran air sehingga perlu dilakukan analisis logam berat Mn pada air sumur di sekitar pertambangan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol sampling, kantong plastik, termometer, pH meter (*Hach*), DO meter (*Hanna*), termometer digital (*Thermo*), neraca analitik (*Ohaus*), oven, saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$ , pompa vakum, cawan porselin, kaca arloji,

desikator yang berisi silika gel, pengaduk magnetik, penangas, *Activa S* ICP-OES (*Horiba*) dan peralatan gelas (*Pyrex*). Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\text{HNO}_3$  (pa), HCl (pa), larutan buffer (teknis), kertas pH indikator universal (*Merck*), larutan induk logam Mn 1000 mg/L (pa), kertas Whatman No. 42, dan akuades.

### **Pengambilan Sampel**

Sampel diambil di Desa Paring Tali, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Banjar dengan pengambilan 10 titik sampel sumur gali di perumahan warga. Sampel diawetkan dengan ditambahkan  $\text{HNO}_3$  pekat sampai  $\text{pH} \leq 2$ .

## **Analisis Parameter Kualitas Air**

### **1. Pengukuran suhu sampel**

Pengukuran suhu air dan udara dilakukan menggunakan termometer digital yang telah terkalibrasi. Pengukuran suhu udara dilakukan dengan mengoperasikan termometer di udara terbuka dan dicatat suhu udara yang tertera pada alat. Sedangkan, pengukuran suhu air dilakukan dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam sampel sampai termometer menunjukkan pembacaan yang konstan. Kemudian suhu sampel dicatat.

### **2. Pengukuran nilai pH sampel**

Pengukuran pH dilakukan dengan mengacu pada SNI 06-6989.11-2004. Persiapan pengujian dilakukan dengan kalibrasi alat pH meter menggunakan larutan buffer dengan pH 4, 7 dan 10. Pengukuran pH dilakukan setelah alat terkalibrasi dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam sampel sampai pH menunjukkan pembacaan yang konstan. Nilai pH yang tertera pada pH meter kemudian dicatat.

### **3. Pengukuran kadar *dissolved oxygen* (DO)**

Pengukuran ini dilakukan dengan mencelupkan DO meter yang sudah terkalibrasi ke dalam sampel sampai alat menunjukkan pembacaan yang konstan. Nilai DO yang tertera pada DO meter kemudian dicatat.

### **4. Penentuan *total suspended solid* (TSS)**

Pengukuran dilakukan dengan mengacu pada SNI 06-6989.3-2004. Persiapan pengujian dilakukan dengan persiapan kertas saring dengan metode gravimetri. Sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik dan dipipet sebanyak 50 mL. Kertas saring dipasang pada alat vakum, kemudian air sampel disaring menggunakan alat vakum. Kertas saring dipindahkan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu

103°C – 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan.

Setelah didapatkan hasil penimbangan, maka kadar TSS di dalam sampel ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

Keterangan :

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

### 5. Pengukuran *total dissolved solid* (TDS)

Penentuan TDS mengacu pada SNI 06-6989.27-2005. Persiapan pengujian dilakukan dengan persiapan cawan menggunakan metode gravimetri. Kemudian, sampel dikocok sampai homogen, kemudian sebanyak 50 mL sampel dipipet menggunakan pipet volume. Sampel dimasukkan ke dalam alat penyaring vakum yang telah dipasang kertas saring (yang dipakai untuk analisis TSS). Seluruh air saringan dipindahkan ke dalam cawan dan diuapkan hingga kering menggunakan penangas air. Cawan tersebut kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu  $180 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Setelah itu, cawan didinginkan dan dimasukkan ke dalam desikator. Setelah itu ditimbang sampai didapatkan berat konstan. Setelah

didapatkan hasil penimbangan, rumus perhitungan TDS adalah sebagai berikut :

Keterangan :

A = berat cawan + sampel

B = berat cawan kosong

### Analisis Kadar Mn pada Air Sumur menggunakan instrumen *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS)

#### 1. Pembuatan kurva standar

Larutan standar logam Mn dengan konsentrasi 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 mg/L diukur menggunakan instrumen *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan diplotkan ke dalam bentuk kurva standar dengan memplotkan konsentrasi terhadap intensitas.

#### 2. Preparasi sampel

Preparasi sampel mengacu pada SNI 01-3554:2006. Sampel air diambil sebanyak 100 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan 25 mL akuades dan 10 mL  $\text{HNO}_3$  pekat (65%) lalu diaduk sampai homogen. Larutan sampel kemudian dipanaskan menggunakan pemanas listrik pada suhu  $105-120^\circ\text{C}$  sampai volumenya 10 mL. Setelah dingin, larutan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42. Larutan sampel kemudian diencerkan dengan menambahkan akuades sampai volume 50 mL.

### 3. Pengukuran kandungan Mn

Kandungan Mn dalam sampel air yang telah dipreparasi diukur menggunakan instrumen ICP-MS pada panjang gelombang 280,018 nm. Hasil pengukuran dinyatakan sebagai konsentrasi Mn dalam sampel dengan satuan mg/L.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air sumur dilakukan di Desa Sungai Lurus, Kecamatan Sambung Makmur, Kabupaten Banjar yang merupakan daerah yang dekat dengan area pertambangan. Kegiatan pertambangan batubara di Kecamatan Sambung Makmur terdapat di beberapa titik lokasi, diantaranya yaitu Desa Sungai Lurus. Sampel diambil pada 10 titik lokasi sumur gali pada kawasan perumahan masyarakat Desa Sungai Lurus yang sumurnya memiliki kedalaman rata-rata 3-7 meter.

### Parameter Fisika dan Kimia

#### Suhu

Pola suhu perairan terutama dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sehingga umumnya pada lapisan permukaan perairan akan mempunyai suhu yang lebih tinggi

dibandingkan pada lapisan air yang lebih dalam. Hasil pengukuran suhu pada sampel air sumur disajikan pada Tabel 1. Hasil pengukuran yang didapatkan tidak jauh berbeda antar sampel yaitu berkisar antara 27-28°C, sedangkan pengukuran suhu udara berkisar antara 30-31°C. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kedalaman sumur yaitu antara 3-7 meter sehingga intensitas cahaya yang masuk pada sumur menjadi berkurang dan menyebabkan suhu air cenderung stabil. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air mengatur tentang baku mutu suhu untuk air bersih dan air minum yaitu sebesar suhu udara  $\pm 3^\circ\text{C}$ . Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu sampel air sumur dan suhu udara yang dianalisis masih memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

#### **Total Suspended Solid (TSS)**

Konsentrasi TSS akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari ke perairan, sehingga akan berimplikasi terhadap proses fotosintesis yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kualitas dan produktifitas perairan (Siswanto & Wahyu, 2016). Hasil pengukuran TSS disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Data Pengukuran Suhu Air dan Udara

Kode Sampel	Suhu Air (°C)	Suhu Udara (°C)
Sampel kontrol	28	30
Sampel 1	28	30
Sampel 2	27	30
Sampel 3	28	31
Sampel 4	27	30
Sampel 5	28	30
Sampel 6	28	30
Sampel 7	28	30
Sampel 8	27	30
Sampel 9	28	30

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa sebagian besar sampel memenuhi persyaratan baku mutu pada PP No. 82 Tahun 2001. Namun, kadar TSS pada sampel 4 dan 5 melebihi baku mutu yaitu sebesar 52 mg/L dan 94 mg/L.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Amalia (2011), kandungan TSS dalam air *run off* air asam tambang adalah 700-3750 mg/L. Tingginya kadar TSS dan

kekeruhan pada air asam tambang tersebut dapat berpengaruh terhadap perairan di sekitar area pertambangan. Pada penelitian ini, titik lokasi sampel 4 dan 5 merupakan lokasi yang paling dekat dengan area pertambangan batubara. Jarak yang dekat menyebabkan material-material tambang akan terbawa pada saat terjadinya erosi oleh proses *run off* pada saat terjadi hujan.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengukuran TSS

Kode Sampel	TSS (mg/L)
Sampel kontrol	20
Sampel 1	16
Sampel 2	50
Sampel 3	24
Sampel 4	52
Sampel 5	94
Sampel 6	24
Sampel 7	24
Sampel 8	28
Sampel 9	4

**Tabel 3.** Data Hasil Pengukuran TDS

Kode Sampel	TDS (mg/L)
Sampel kontrol	78,9
Sampel 1	109,0
Sampel 2	15,2
Sampel 3	50,3
Sampel 4	80,8
Sampel 5	159,0
Sampel 6	96,0
Sampel 7	247,0
Sampel 8	47,8
Sampel 9	105,0

### **Total Dissolve Solid (TDS)**

Data hasil pengukuran TDS disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengukuran TDS pada sampel air sumur, didapatkan kadar TDS yang bervariasi yaitu dengan kadar terkecil adalah 15,2 mg/L dan kadar terbesar adalah 247 mg/L. Namun, kadar tersebut masih jauh di bawah ambang batas persyaratan baku mutu pada Permenkes Republik Indonesia No.416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu  $\leq 1000$  mg/L.

TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenetik (berupa limbah domestik dan industri) seperti air buangan sabun, deterjen dan surfaktan yang larut air (Yulianti dkk., 2016). Oleh karena itu, kadar TDS pada sampel air yang pengambilannya dilakukan di pemukiman warga dapat

dipengaruhi oleh adanya limbah domestik yang dihasilkan warga. Selain itu, kondisi alamiah seperti pelapukan batuan juga dapat mempengaruhi kadar TDS pada sampel.

### **Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu ukuran yang menunjukkan kualitas air, yaitu jumlah ion hidrogen dalam air. Baku mutu nilai pH yang dipersyaratkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu 6,5-8,5. Hasil pengukuran nilai pH pada 10 titik sampel air sumur disajikan pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa sampel yang tidak memenuhi persyaratan baku mutu nilai pH yaitu sampel kontrol, 4, 6, 8, dan sampel 9.

**Tabel 4.** Data Hasil Pengukuran pH

Kode Sampel	pH
Sampel kontrol	6,2
Sampel 1	7,24
Sampel 2	6,8
Sampel 3	6,87
Sampel 4	6,24
Sampel 5	7,01
Sampel 6	6,3
Sampel 7	6,8
Sampel 8	6,42
Sampel 9	6,24

Kondisi perairan yang terlalu asam maupun basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Selain itu, pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik menjadi semakin tinggi, sehingga akan mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik bahkan makhluk hidup lainnya (Yulianti, dkk., 2016).

#### ***Dissolved oxygen (DO)***

Kandungan oksigen terlarut di perairan umumnya diukur untuk mengetahui perubahan proses kimia dan biologi yang terjadi. Baku mutu kadar oksigen terlarut di perairan berdasarkan Peraturan pemerintah No.

82 Tahun 2001 yaitu lebih besar dari 6 mg/L. Data hasil pengukuran oksigen terlarut pada 10 sampel air sumur disajikan pada Tabel 5. Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut berkisar antara 6,46-10,47 mg/L yang menunjukkan bahwa semua sampel telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Oksigen diproduksi melalui proses fotosintesis dan difusi antara air dengan udara (Nybakken 1988; Libes, 1992). Kadar oksigen yang tinggi disebabkan oleh proses fotosintesis yang terjadi di perairan, sedangkan kadar oksigen yang rendah disebabkan oleh respirasi dari organisme serta oksidasi bahan organik oleh bakteri (Millero dkk., 2002).



**Tabel 5.** Data Hasil Pengukuran Kadar Oksigen Terlarut

Kode Sampel	Oksigen Terlarut (mg/L)
Sampel kontrol	8,23
Sampel 1	7,46
Sampel 2	6,55
Sampel 3	6,86
Sampel 4	6,46
Sampel 5	7,35
Sampel 6	6,46
Sampel 7	10,47
Sampel 8	7,46
Sampel 9	7,71

Pada lapisan permukaan perairan kadar oksigen cenderung lebih tinggi, sedangkan semakin bertambah kedalaman perairan maka kadar oksigen semakin berkurang. Kadar oksigen yang rendah akan menyebabkan bahan organik menjadi teroksidasi dan pada proses tersebut kadar CO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>O akan bertambah (Libes, 1992).

Sampel yang diukur merupakan sampel yang diambil dari sumur yang memiliki kedalaman rata-rata 3-7 meter sehingga kadar oksigen terlarut pada sampel cenderung rendah. Kedalaman sumur menyebabkan cahaya tidak dapat menembus perairan sehingga cahaya untuk proses fotosintesis tidak sebanyak yang diterima pada perairan yang secara langsung terpapar cahaya matahari. Selain itu, rendahnya kadar oksigen terlarut juga dapat disebabkan oleh banyaknya organisme yang terdapat di

perairan sehingga oksigen terlarut juga digunakan dalam jumlah besar untuk proses respirasi oleh bakteri. Kondisi ini disebabkan oleh bahan organik baik yang berasal dari limbah domestik yang berasal dari pemukiman.

#### **Pengukuran Kadar Mangan (Mn)**

Baku mutu kadar Mn yang dipersyaratkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu tidak lebih dari sebesar 0,5 mg/L untuk air bersih dan 0,1 mg/L untuk air minum. Hasil pengukuran kadar Mn pada 10 titik sampel air sumur disajikan pada Tabel 6. Data tersebut menunjukkan bahwa beberapa sampel tidak memenuhi baku mutu untuk air minum yaitu pada sampel 1, 3, 5, 6, dan 9. Sedangkan sampel yang tidak memenuhi baku mutu untuk air bersih yaitu pada sampel 5.

Pada penelitian ini, kadar oksigen terlarut pada sampel tergolong rendah yaitu berkisar antara 6,46-10,47 mg/L sehingga dapat disimpulkan bahwa air sumur ini tergolong dalam kondisi anaerobik. Menurut Achmad (2014) dalam kondisi anaerobik Mn dalam perairan terdapat dalam bentuk  $Mn^{2+}$  dan tetap stabil karena rendahnya kandungan oksigen yang dapat menyebabkan oksidasi  $Mn^{2+}$  menjadi  $Mn^{4+}$ . Oleh karena itu, perairan yang memiliki kadar oksigen rendah akan ditemukan Mn dalam konsentrasi yang tinggi.

Pada Tabel 6, didapatkan bahwa kadar oksigen terlarut tergolong rendah, dimana menurut Libes (1992) jika kadar oksigen rendah maka kadar  $CO_2$  relatif tinggi sehingga proses oksidasi  $Mn^{2+}$  menjadi  $MnO_2$  yang tidak larut dalam air

cenderung sukar terjadi. Hal ini menyebabkan kadar logam Mn total yang terukur pada sampel menjadi tinggi. Umumnya air di alam mengandung Mn disebabkan adanya kontak langsung antara air tersebut dengan lapisan tanah yang mengandung Mn. Adanya Mn dalam jumlah yang berlebih dalam air dapat menimbulkan berbagai masalah diantaranya adalah tidak enak rasanya air minum, dapat menimbulkan endapan dan menambah kekeruhan (Sawyer dkk., 1967). Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa kadar TSS yang merupakan penyebab kekeruhan didapatkan nilai tertinggi pada sampel 5 yaitu sebesar 94 mg/L. hasil ini juga berbanding lurus dengan kadar Mn tertinggi yang didapatkan pada sampel 5 yaitu sebesar 2,04 mg/L.

**Tabel 6.** Data Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn)

Kode Sampel	Mn (mg/L)
Sampel kontrol	0,02
Sampel 1	0,22
Sampel 2	0,01
Sampel 3	0,12
Sampel 4	0,02
Sampel 5	2,04
Sampel 6	0,20
Sampel 7	0,05
Sampel 8	0,04
Sampel 9	0,23

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Pengukuran konsentrasi logam Mn menunjukkan bahwa 1 sampel dari 10 sampel yang telah diukur tidak memenuhi persyaratan baku mutu untuk air bersih dan 5 sampel tidak memenuhi persyaratan baku mutu untuk air minum sesuai dengan Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990
2. Berdasarkan pengukuran parameter fisik dan kimia kualitas perairan didapatkan beberapa sampel yang tidak memenuhi baku mutu sesuai Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu 2 sampel pada parameter TSS dan 5 sampel pada parameter pH sedangkan untuk kualitas sampel parameter suhu, TDS, dan DO telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi. Jakarta.
- Amalia, R. 2011. Pemanfaatan Air Asam Tambang Sebagai Koagulan. Tugas Akhir. ITS. Surabaya.
- Castello, C. 2003. *Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies*. U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office. Washington, DC.
- Libes, S.M. 1992. *An Introduction To Marine Biogeochemistry*. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Millero, F.J., F. Huang, & A.L. Lafereire. 2002. The Solubility of Oxygen in the Major Sea Salts and Their Mixtures at 25°C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. **66(13)**: 2349-2359.
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut*. Suatu Pendekatan Ekologi. Alih Bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G. bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Gramedia. Hal 459.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.460/MENKES/PER/IX/1990*. Lembaran Negara RI Tahun 1990. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara RI Tahun 2001. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Siswanto, A.D. & W.A. Nugraha. 2016. Kajian Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Perairan dalam Upaya Pengelolaan Lingkungan Pesisir di Kabupaten Bangkalan. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. 573-580.

- Suprayudi, M. & M.F. Abdi. 2015. *Analisa Mn pada sumur di daerah Cipto Mulyo Kecamatan Sukunkota Malang*. Akademi Analis Kesehatan Malang. Malang.
- Yulianti, R., Sukiyah, E., Sulaksana, N. 2016. Dampak Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Terhadap Kualitas Air Sungai Limun Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Bulletin of Scientific Contribution* . **14(3)**: 251-262.