

ANALISIS KADAR BESI (Fe) PADA LIMBAH NIRA AREN YANG DIBUANG KE LINGKUNGAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Friend Smith Tahapary¹, Abraham Mariwy^{2*}, Romelos Untailawan³

^{1,2,3} Prodi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia

Submitted: September 15, 2023

Revised: November 24, 2023

Accepted: December 18, 2023

**Corresponding author. Email: abrahammariwy@gmail.com*

Abstrak

Telah dilakukan analisis kadar Besi (Fe) pada limbah nira aren dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dengan tujuan untuk mengetahui jumlah kandungan logam besi (Fe) dalam limbah nira aren. Pada penelitian ini dilakukan destruksi basah dengan menggunakan aqua regia yang merupakan salah satu hasil kombinasi asam-asam mineral yaitu HNO₃ pekat dan HCL pekat dengan perbandingan 1:3. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan Besi (Fe) pada nira aren: 0,5333 mg/L, filtrat limbah nira aren: 605,8 mg/L, endapan limbah nira aren: 946,5 mg/L dan tanah: 962,3 mg/L. Angka konsentrasi ini merupakan konsentrasi yang sudah melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yaitu untuk besi 5-10 mg/L dan juga Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun baku mutu air limbah hasil olahan konsentrasi besi terlarut yaitu 5 mg/L.

Kata Kunci: destruksi basah; nira aren; limbah nira aren; tanah dan besi;

Abstract

An analysis of the levels of Iron (Fe) in palm sap waste using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method has been carried out to determine the amount of iron (Fe) in palm sap waste. In this study, wet digestion was carried out using aqua regia which is one of the results of the combination of mineral acids, namely concentrated HNO₃ and concentrated HCL with a ratio of 1:3. , palm sap waste filtrate: 605.8 mg/L, palm sap waste sediment: 946.5 mg/L, and soil: 962.3 mg/L. This concentration figure is a concentration that has exceeded the threshold determined by KEP-51/MENLH/10/1995 concerning the quality standard of liquid waste for industrial activities, namely for iron 5-10 mg/L and also the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia. Number 6 of 2021 concerning procedures and requirements for the management of hazardous and toxic waste, the quality standard for processed wastewater, the concentration of dissolved iron is 5 mg/L.

Keywords: wet destruction; sugar palm oil; palm oil waste; soil and iron

1. Pendahuluan

Maluku merupakan salah satu provinsi yang berlimpah dengan kekayaan alam. Salah satunya yang ada di Maluku yaitu pohon aren (*Arenga pinnata*) dengan nama lokal “Mayang”. Pohon aren mempunyai berbagai jenis olahan dari nira aren yaitu pembuatan gula, cuka sageru dan tuak/sopi (Titabano, dkk., 2017). Sopi merupakan salah satu jenis minuman tradisional khas Maluku yang sangat mn aren yang sudah mengalami proses fermentasi (Mozes dan Maria, 2015). Proses tradisional pembuatan sopi melalui cara destilasi, peralatan yang digunakan yaitu drum besi bekas sebagai wadah air aren, kayu papan, bambu, plastik, selang, dan pipa PVC. Setelah proses destilasi dilakukan kemudian limbah hasil destilas aren (sageru) tersebut dibuang ketempat pembuangan berupa kolam dekat tempat produksi sopi

Pada limbah nira aren diduga terdapat logam besi dikarenakan alat yang digunakan sebagai wadah untuk menampung aren tersebut berupa drum besi bekas sehingga terdapat karatan di dalam wadah tersebut. Ketika nira aren dibuang ketempat pembuangan akhir maka karat yang terdapat pada drum besi bekas tersebut akan keluar bersamaan dengan limbah nira aren. Proses pembuatan sopi dari nira aren di mana para pembuat hampir 99% menggunakan drum bekas dan limbah dari nira aren tersebut dibuang kelingkungan.

Pada penelitian sebelumnya mengenai Analisa Laju Korosi Pada Stainless Sreel 304 Menggunakan Metode ASTM G31-72 Pada Media Air Nira Aren oleh Marsudi dan Rizki (2015), Untuk larutan air nira aren dan asam asetat, hasil laju korosi terbesar terjadi pada temperatur dan waktu yang sama. Untuk perendaman pada air nira aren laju korosi terbesarnya adalah 48,669 mpy terjadi pada temperatur 110°C dalam waktu 4 hari. Sedangkan untuk perendaman pada asam asetat laju korosi terbesarnya adalah 69,574 mpy terjadi pada temperatur 110°C dalam waktu 4 hari. Laju korosi terbesar terjadi pada temperatur tinggi, Semakin lama perendaman laju korosi akan semakin menurun dan Laju korosi menurun seiring dengan meningkatnya pH.

Logam berat Fe merupakan logam berat essensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan efek racun (Endang dan Hadi, 2015). Limbah cair yang mengandung besi terlarut dalam bentuk Ferro (Fe^{2+}). Besi dalam bentuk Ferro mudah teroksidasi menjadi besi dalam bentuk Ferri (Fe^{3+}) dengan adanya oksigen di udarah (Ayuna dan Febrina, 2015). Logam besi merupakan logam yang bersifat toksik yang dapat meracuni tubuh manusia dan merusak lingkungan (Wibowo, dkk., 2017).

2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Spektrofotometer serapan atom (AAS 7000 SHIMADZU), Gelas kimia 500 mL (pyrex), Labu takar 100 mL (pyrex), Erlemeyer 250 mL (pyrex), Spatula, Pipet tetes, Pipet ukur 10 mL, Propipet, Cawan porselin, Neraca analitik (Matrix AJ602B), Oven (Memmert), Hotplate (Thermo scientific), Tarpan, Lumpang dan alu, Ayakan 100 mesh.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: HCl pekat (37%), HNO_3 pekat (65%), $FeSO_4 \cdot 6H_2O$, Larutan Fe 100 ppm, Aquades, Nira aren, Tanah, Limbah nira aren, Kertas saring whatman, Aluminium foi.

Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini sampel diambil langsung dari para pentani tuak. Sampel nira aren diambil langsung dari pohon aren dan dimasukkan kedalam wadah, sampel limbah nira aren diambil dalam wadah limbah pada bagian dasar drum kemudian dimasukkan kedalam wadah. sampel tanah diambil pada area tempat pembuangan limbah nira aren.

Preparasi Sampel

- a. Sampel Nira Aren: Masukkan sampel sebanyak 100 mL kedalam labu takar. Selanjutnya sampel siap dianalisis dengan menggunakan SSA.
- b. Sampel Limbah Nira Aren: Sampel limbah nira aren didiamkan dan disaring untuk memisahkan filtrat dan endapan kemudian filtrate limbah nira aren dimasukan sebanyak 100

mL ke dalam labu takar 100 mL, kemudian dianalisis kadar besinya. Sampel endapan limbah nira aren dimasukkan kedalam cawan dan dikeringkan endapan tersebut menggunakan oven pada suhu 85°C sampai berat konstan, Kemudian masukkan sampel tersebut kedalam desikator. Setelah itu sampel yang kering digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan diambil sebanyak 10 gram kemudian masukkan kedalam erlenmeyer dan tambahkan aqua regia (10 mL HNO₃ dan 30 mL HCl) untuk didestruksi selama 2 jam. Setelah itu saring. Kemudian filtrat dimasukkan kedalam labu takar 50 mL dan di encerkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan dan analit siap dianalisis kadar besinya.

- c. Sampel Tanah: Masukkan sampel tanah kedalam wadah (baki) dan keringkan menggunakan oven pada suhu 85°C sampai berat konstan. Setelah berat konstan sampel tanah tersebut dinginkan menggunakan desikator. Kemudian sampel tanah yang sudah dikeringkan digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Sampel tanah yang berukuran 100 mesh diambil sebanyak 10 gram dan masukan kedalam Erlenmeyer dan tambahkan aqua regia (10 mL HNO₃ dan 30 mL HCL) untuk didestruksi selama 2 jam. Kemudian saring sampel tersebut untuk memisahkan residu dan filtrat. Setelah itu, masukan filtrat kedalam labu takar 50 mL dan encerkan dengan aquades sampai tanda batas dan homogenkan. Kemudian dianalisis kadar besinya

Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar Fe 100 ppm Sebanyak 10 mL larutan Fe yang diambil dari larutan induk Fe 1000 ppm kemudian encerkan pada labu takar 100 mL dengan menggunakan aquades sampai tanda batas. Kemudian larutan standar Fe 100 ppm diambil 1,0 mL, 0,8 mL, 0,6 mL, 0,4 mL dan 0,2 mL kemudian diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan menggunakan aquades sampai tanda batas untuk memperoleh konsentrasi 1,0 ppm, 0,8 ppm, 0,6 ppm, 0,4 ppm dan 0,2 ppm.

Teknik Analisis Data

Analisis kuantitatif dilakukan dengan metode Sprktofotometri Serapan Atom (SSA). Larutan sampel yang telah diukur panjang gelombangnya ditentukan konsentrasinya berdasarkan persamaan garis regresi linier dari kurva kalibrasi

$$Y = ax + b$$

Dengan Y = Respon Instrumen (Absorbansi), a = Kemiringan (slope), x = Kadar Analit (Konsentrasi), b = Intersep.

3. Hasil dan Pembahasan

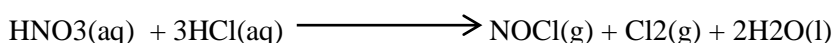
3.1 Gambaran Umum Lokasi Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini, sampel limbah nira aren yang digunakan diambil dari area pembuatan tuak di Rumahkay. Rumahkay merupakan negeri yang berada pada pesisir selatan Pulau Seram dalam wilayah Kecamatan Amalatu, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku (Titaley, 2020). Proses pembuatan tuak dilakukan secara berkelompok dan berbeda tempat. Proses Pengumpulan nira aren serta pembuatan tuak dilakukan 2 kali dalam seminggu.

3.2 Destruksi Sampel

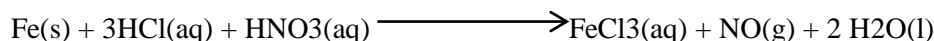
Pada penelitian ini dilakukan proses destruksi basah. Destruksi basah merupakan salah satu metode untuk ekstraksi logam yang dapat dilakukan dengan peleburan asam-asam mineral pekat dan zat-zat pengoksidasi kuat. Fungsi dari destruksi adalah memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang di analisis (Alaudin, dkk., 2014). Pada destruksi basah digunakan aqua regia. Aqua regia adalah salah satu hasil kombinasi asam-asam mineral yaitu HNO₃ pekat dan HCl pekat dengan perbandingan 1:3. Aqua regia digunakan dalam destruksi pada penelitian ini karena daya oksidasinya sangat tinggi.

Berikut adalah reaksi antara asam nitrat dan asam klorida dalam aqua regia:



Semua logam dapat bereaksi dengan aqua regia menghasilkan garam klorida, gas nitrosil klorida dan air. Gas klor (Cl_2) dan gas nitrosil klorida (NOCl) dalam aqua regia yang mengubah logam menjadi senyawa logam klorida dan selanjutnya diubah menjadi kompleks anion yang stabil yang selanjutnya bereaksi lebih lanjut dengan Cl^- (Naschan, dkk., 2017).

Reaksi antara logam Fe dan aqua regia adalah sebagai berikut:



Pada proses destruksi basah ini menggunakan zat-zat yang bersifat oksidator kuat. Zat-zat yang bersifat oksidator kuat ini akan mengoksidasi senyawa-senyawa organik, kemudian dilakukan pemanasan kurang lebih 2 jam, dengan tujuan untuk menguapkan zat-zat organik tersebut, sehingga yang tertinggal hanya logam-logam yang akan dianalisis. Pada saat proses destruksi, muncul gelembung-gelembung gas berwarna coklat tipis, gas ini adalah gas NO_2 . Adanya gas ini mengindikasikan bahwa bahan organik telah teroksidasi secara sempurna oleh asam nitrat (Asra, dkk., 2018).

3.3 Konsentrasi Besi (Fe) Dalam Nira aren, Limbah nira aren dan Tanah

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 248,3 nm, maka diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai konsentrasi dan Absorbansi dari masing-masing Sampel

No	Jenis sampel	Pengenceran	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
1	Nira Aren	-	0,0497	0,5333
2	Filtrat Limbah Nira Aren	1000x	0,0905	605,8
3	Endapan Limbah Nira Aren	1000x	0,0890	946,4
4	Tanah	1000x	0,0566	962,3

Berdasarkan tabel 1 pada sampel nira aren yang merupakan bahan dasar pembuatan tuak memiliki nilai konsentrasi besi yang sangat kecil. Selain sebagai bahan dasar pembuatan tuak, nira aren juga digunakan dalam pembuatan gula aren, pembuatan kue dan lain-lainnya. Menurut BPOM RI tahun 2011 suatu pangan olahan dalam bentuk cair berdasarkan Acuan Label Gizi (ALG) kandungan besi sebesar 3,9 mg. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Barlina (2004) kadar besi (Fe) pada air kelapa muda yaitu 11,54 ppm. Arif, dkk (2009) kadar besi pada jambu mete yaitu 0,5 mg, dan Yohana (2019) kadar besi pada kolong-kaling yaitu 0,8 ppm. maka nira aren dapat dikonsumsi sebagai nilai gizi bagi tubuh. Berdasarkan nilai konsentrasi dari setiap Berdasarkan gambar 1 nilai konsentrasi yang dimiliki oleh masing-masing sampel dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi pada tanah, endapan limbah nira aren dan filtrat limbah nira aren sangatlah tinggi sedangkan pada nira aren konsentrasinya sangat kecil. Dalam penelitian ini sampel nira aren digunakan untuk sebagai data pembandingan apakah memiliki kontribusi terhadap limbah nira aren, ternyata berdasarkan nilai konsentrasi yang dimiliki nira aren maka, nira aren hanya memiliki kontribusi yang sangat kecil terhadap limbah nira aren. sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi Fe yang sangat besar yang terdapat dalam limbah nira aren yaitu pada drum yang dipakai sebagai wadah untuk penampungan nira aren. Karena konsentrasi Fe dalam drum sangatlah besar yaitu 72,29 % jika dikonversikan maka mendapatkan : 722900 ppm (Sumarji, 2011).

Angka konsentrasi ini merupakan konsentrasi yang sudah melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yaitu untuk besi 5-10 mg/L dan juga Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun baku mutu air limbah hasil olahan konsentrasi besi terlarut yaitu 5 mg/L. Berdasarkan angka konsentrasi yang sangat tinggi dapat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan hara mineral yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman bahkan sampai kematian tanaman (Audebert, 2006).

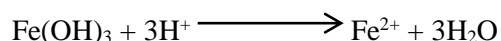
Pada sampel tanah, nilai konsentrasi sangat tinggi dikarenakan sampel tanah yang digunakan sudah terkontaminasi dengan limbah. Tanah dan tumbuhan memiliki hubungan timbal balik yang sangat penting. Tumbuhan menyerap air, unsur hara, dan lainnya dari tanah. Unsur hara yang diserap oleh tumbuhan berupa unsur hara makro dan unsur hara mikro (Seran, 2017). Besi bagi tumbuhan berperan sebagai salah satu unsur hara mikro yang sangat penting selain Cu, Zn, Mn, Ni, Mo (Hansch dan Mendel, 2009). Gelyaman (2018) dan Seran (2017) menyatakan bahwa unsur hara makro diserap oleh tumbuhan dalam jumlah banyak yaitu $\geq 0.1\%$ (1000 ppm) sedangkan unsur hara mikro diserap oleh tumbuhan jumlah sedikit yaitu $\leq 0,01\%$ (100 ppm).

Besi bagi tumbuhan berperan sebagai salah satu unsur hara mikro yang sangat penting selain Cu, Zn, Mn, Ni, Mo (Hansch dan Mendel, 2009). Namun besi merupakan unsur esensial yang kehadirannya mutlak harus dipenuhi dalam metabolisme tumbuhan. Hara mikro ini dibutuhkan dalam proses respirasi, fotosintesis, sintesis DNA, sebagai penyusun sitokrom, perawat dan pengarah struktur kloroplas guna membentuk klorofil serta pengaktifan enzim (Rout dan Sahoo, 2015).

Fungsi besi bagi tumbuhan yang di mana besi sebagai unsur esensial, yang memiliki fungsi penting dalam proses metabolisme tanaman diantaranya : fotosintesis, respirasi, penyusunan utama protein sel, dan hasil akhir tanaman. Jika terjadi peningkatan jumlah besi maka akan bersifat toksik (Connolly dan Guerinot, 2002). Toksisitas besi hanya terjadi pada tanah yang telah tergenang dalam periode waktu yang panjang, dengan menurunkan potensial redoks tanah menyebabkan Fe^{3+} pada mineral tanah direduksi menjadi Fe^{2+} yang lebih larut dalam air, sehingga memicu kelebihan besi bahkan konsentrasinya mencapai 1000 mg l^{-1} (Kirk, 2004).

Perubahan bentuk Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} terjadi karena adanya perubahan suasana oksidatif menjadi reduktif reaksi tersebut melibatkan aktivitas mikroba tanah menstimulasi proses reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , meningkatkan pH, menurunkan Eh, dan terjadi peningkatan ketersediaan P. reaksi reduksi besi dapat digambarkan sebagai berikut ini (Basir, 2008).

Persamaan Reaksi reduksi besi:



4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar logam Besi (Fe) pada 4 sampel yakni Nira aren, Filtrat limbah nira aren, Endapan limbah nira aren dan Tanah yang diambil langsung dari tempat pembuatan tuak di Negri Rumahkay yang telah dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) memiliki nilai konsentarsi yaitu: 0,5333 mg/L; 605,8 mg/L; 946,5 mg/L; 962,3 mg/L.

Daftar Pustaka

- Alaudin, Hidayati E.N, dan Prasetya A.T.(2014).Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut dengan AAS. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(1):26-41
- Arif J, Handayani, Indika A, Wusana A.W.(2009).Pembuatan Etanol Dari Jambu Mete Dengan Metode Fermentasi. *EKUILINRIUM*.Vol.7.No.2.
- Asra H,dkk.(2018).Penetapan Kadar Logam Kalsium Dan Besi Pada Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam) Dengan Spektrofotometer Serapan Atom.*JPS*.Vol.1,No.1.
- Audebert, A. 2006. *Iron partitioning as a mechanism for iron toxicity tolerance in lowland rice.*,34-46.
- Barlina dan Rindenga.(2005).Potensi Buah Kelapa Muda Untuk Kesehatan Dan Pengolahannya.*Prespektif*.Vol.3,No.2.
- Basir C.M.(2008).Efektivitas Bahan Organik Dan Tinggi Genangan Terhadap Perubahan Eh,pH Dan Status Fe,P Dan Al Terlarut Pada Tanah Ultisol.*Jurnal Agroland* 15(4). ISSN: 0854-641X.
- Connolly, E.L. and Guerinot, M.L.(2002).Iron stress inplants.*Genome Biology* 3(8),10211024.

- Gelyaman G.D. (2018). Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Bioavailabilitas Besi Bagi Tumbuhan.*Jurnal Saintek Lahan Kering*. DOI:10.32938.
- Hansh R & Mendel R.R. (2009).Physiological Functions Of Mineral Micronutriens (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion In Plant Biology*. V0l. 12.No.3 KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.
- Marsudi dan Rizki Ornelasari. (2015). Analisa laju korosi pada stainless sreel 304 menggunakan metode ASTM G31-72 pada media air nira aren. *JTM*. Vol 01 No 01,112-117.
- Naschan M, Prasetya A.T, dan Sumarni W.(2017).Uji Validitas Analisis Fe Dalam Sedimen Sungai Kaligarang Dengan FAAS dan ICP-OES. *Indonesia Journal Of Chemical Science*.6(1),p-ISSN 2252-6951. e-ISSN 2502-6844
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonensia Nomor 6 Tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun
- Rout G.R & Sahoo S. (2015).Role Of Iron In Plant Growth And Metabolism.*Reviews In Agricultural Science*.Vol.3.No.1
- Seran R. (2017).Pengaruh Mangan Sebagai Unsur Har Mikro Esensial Terhadap Kesuburan Tanah Dan Tanaman.*BIO-ED*. Vol. 2 No. 1