

Pemanfaatan Tanaman Lokal Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Biokoagulan pada Proses Penjernihan Mata Air di Desa Maurisu Kabupaten Timor Tengah Utara

Maria Imaculata Mali^a, Maria Magdalena Kolo^{a*}, Marselina Theresia Djue Tea^a

^aFakultas Pertanian, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU-NTT, Indonesia, email: mariamagdalachenem89@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 23 November 2022

Received in revised form 12 Desember 2022

Accepted 20 Desember 2022

DOI:

<https://doi.org/10.32938/slk.v5i2.1988>

Keywords:

Biji Kelor,
Biokoagulan,
Penjernihan Air,
Kemampuan Koagulan,
Konsentrasi Optimum.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan konsentrasi optimum biji kelor sebagai biokoagulan pada proses penjernihan mata air Desa Maurisu. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor Kefamenanu, kemudian dianalisis lebih lanjut di UPTD Laboratorium Kesehatan Timor Tengah Utara dan UPTD Dinas Lingkungan Hidup Kupang. Penelitian ini menggunakan metode koagulasi dan flokulasi dengan 1 perlakuan dan 3 variasi konsentrasi yaitu 25 mg/L, 50 mg/L dan 100 mg/L. Bahan penelitian yang digunakan adalah serbuk biji kelor dan sampel yang digunakan adalah air yang berasal dari mata air sungai. Parameter yang diuji berupa, parameter fisika meliputi Kekeruhan, pH, suhu, *total dissolve solid (TDS)*, *total suspended solid (TSS)*. Parameter kimia meliputi kesadahan, nitrat, nitrit, klorin dan parameter biologi meliputi *E.coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada setiap parameter air ketika ditambahkan serbuk biji kelor kedalam sampel air. Konsentrasi biokoagulan serbuk biji kelor 25 mg/L efektif untuk menurunkan TDS dengan persen penyisihan 99,32%, konsentrasi biokoagulan serbuk biji kelor 50 mg/L efektif untuk menurunkan kekeruhan dengan persen penyisihan 70,70%, pH dengan persen penyisihan 5,19%, suhu dengan persen penyisihan 3,75%, TSS dengan persen penyisihan 42,93%, nitrit dengan persen penyisihan 95%, sedangkan konsentrasi serbuk biji kelor 100 mg/L efektif untuk menurunkan kesadahan dengan persen penyisihan 37,50%, klorin dengan persen penyisihan 28%, nitrat dengan persen penyisihan 87,27%, dan *E.coli* dengan persen penyisihan 99,63%.

1. Pendahuluan

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan. Air bersih sangat dibutuhkan oleh manusia, terutama untuk kebutuhan rumah tangga, industri maupun pertanian. Kebutuhan akan air semakin meningkat disertai dengan peningkatan jumlah penduduk, sehingga menyebabkan minimnya ketersediaan air bersih. Minimnya ketersediaan sumber air bersih disebabkan oleh keterbatasan persediaan air bersih dan curah hujan yang sangat rendah. Air sering ditemukan dengan tingkat kekeruhan yang sangat tinggi. Hal ini berdampak buruk bagi kesehatan setiap makhluk hidup yang menggunakannya terutama pada manusia, karena kualitas air yang rendah tidak sesuai dengan baku mutu air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Masalah sumber air bersih saat ini tidak saja dialami di kota-kota besar, namun juga di daerah pedesaan. Hal ini juga terjadi di wilayah Timor Tengah Utara terutama di Kecamatan Bikomi Selatan, Desa Maurisu Utara, Dusun Taloeb yang kesulitan mendapatkan air bersih. Oleh karena itu, masyarakat Dusun Taloeb memanfaatkan air sungai terdekat untuk mendapatkan air bersih.

Sumber air yang diperoleh dari sungai dimanfaatkan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi keperluan pertanian dan peternakan serta sebagai sumber air untuk keperluan sehari-hari. Penggunaan sumber air tersebut bukan saja digunakan untuk kegiatan mandi dan mencuci tetapi juga dialirkan ke bak penampung untuk dimanfaatkan sebagai sumber air minum. Namun air yang digunakan memiliki kualitas yang rendah, karena memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi disebabkan oleh aktivitas pertanian di sepanjang aliran air sungai dan aktivitas galian batuan dan pasir disekitarnya. Apabila air tersebut dikonsumsi oleh manusia akan sangat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, perlu ada upaya penanganan masalah air bersih sehingga dapat mengembalikan fungsi air secara optimal.

Penanganan masalah kekurangan air bersih yang selama ini dilakukan adalah melalui proses koagulasi senyawa kimia (Irwansyah dan Hamzah, 2021). Zat penggumpal kimia yang biasanya digunakan adalah aluminium sulfat yang biasa dikenal dengan tawas ($Al_2(SO_4)_3$), besi (III) klorida hidrat, feri klorida ($FeCl_3$), besi (II) sulfat hidrat dan polialuminium klorida (PAC). Koagulan-koagulan tersebut sangat praktis digunakan dan mudah diperoleh. Namun, semakin menyebabkan air tercemar oleh karena ion-ion seperti Al^{3+} dan Fe^{3+} yang semakin banyak jumlahnya dalam air (Manurung, 2011). Selain itu, penerapannya sangatlah tidak mungkin karena biayanya yang tinggi. Serta, reaksi alum dengan alkalinitas air dapat menurunkan pH air menjadi lebih asam (Hamzani et al., 2018). Efek koagulan berbasis aluminium terbukti dapat menyebabkan penyakit degeneratif seperti senil demensia dan alzheimer (Muhammad et al., 2015). Dengan demikian, pemanfaatan koagulan alternatif khususnya yang berasal dari alam, mudah terjangkau, tidak bersifat toksik dan dapat diperbarui menjadi hal yang sangat penting untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Salah satu potensi lokal yang belum banyak digunakan dalam proses pengolahan air bersih adalah biji tanaman kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan alternatif biokoagulan dan bioflokulan untuk menurunkan tingkat pencemaran air (Leones et al., 2018). Tanaman kelor tumbuh dengan baik pada kawasan tropis yang lembab atau daratan kering yang panas dengan sedikit curah hujan (Sitorus et al., 2008). Propinsi Nusa Tenggara Timur khususnya Pulau Timor sebagai salah satu daerah tropis di bagian Timur Indonesia merupakan daerah penghasil tanaman kelor. Sejauh ini dominan masyarakat Nusa Tenggara Timur (NTT) telah memanfaatkan tanaman kelor terutama pada daun dan buah sebagai pengganti sayuran. Adapun buah kelor yang digunakan yang masih muda, dan tidak dapat dijadikan sayuran lagi apabila telah tua dan

kering (Fauzi, 2010). Selain itu, tanaman kelor juga dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk menurunkan kadar gula darah dan juga obat cacingan (Sada dan Tanjung, 2010).

Pohon kelor mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alamiah dengan komposisi polipeptida yang mempunyai berat molekul mulai dari 6000–16000 dalton, mengandung 6 asam-asam amino terutama asam glutamat, mentionin dan arginin (Sari et al., 2017). Sebagai bioflokulan, biji kelor kering dapat digunakan untuk mengkoagulasi-flokulasi kekeruhan air (Prasetyaningtyas et al., 2013). Biji kelor yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu koagulan organik alternatif yaitu pada bagian biji yang matang atau tua dengan kadar air kurang dari 10% (Putra et al., 2013). Efektivitas koagulasi dengan menggunakan koagulan biji kelor ditentukan oleh kandungan biji kelor yaitu 4- α -L-rhamnosyloxy-benzyl-isothiocyanate (Coniwanti et al., 2013).

Berdasarkan kandungan senyawa yang dimiliki maka biji kelor mampu menggantikan peranan koagulan sintetik untuk menurunkan kadar limbah pada air. Nugroho et al., (2014) mengatakan bahwa biji kelor dapat menurunkan kadar Pb, kekeruhan dan intensitas warna pada air sumur gali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan serbuk biji kelor mampu menurunkan kadar Pb dari 2,05 menjadi 0,09 ppm, intensitas warna dari 40 menjadi 23,5 Pt-Co, kekeruhan dari 7 NTU menjadi 2 NTU. Hasil penelitian yang dilakukan Ramadhani et al., (2013), menunjukkan bahwa tepung biji kelor mampu menurunkan turbiditas pada sampel air sungai sebesar 95,39%, kadar warna sebesar 75,07% dan menyebabkan kenaikan TSS (padatan tersuspensi) sebesar 170,27%. Efektivitas koagulasi biji kelor telah terbukti mampu menurunkan kekeruhan air sebesar 28–99% (Larasati, 2020).

Berdasarkan uraian di atas, maka untuk mengatasi kurangnya ketersediaan air bersih bagi masyarakat Dusun Taloeb dapat menggunakan alternatif bahan alami biji kelor (*Moringa oleifera*) untuk memperbaiki kualitas air bersih. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan judul "Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Biokoagulan Alternatif pada Proses Penjernihan Air". Pada penelitian ini biji kelor diekstrak menjadi pasta biokoagulan yang selanjutnya diaplikasikan pada mata air Desa Maurisu. Parameter-parameter kualitas air yang di uji yakni parameter fisika, kimia dan biologi diantaranya parameter fisika meliputi Kekeruhan, pH, suhu, *total dissolve solid (TDS)*, *total suspended solid (TSS)*. Parameter kimia meliputi kesadahan, nitrat, nitrit, klorin dan parameter biologi meliputi *E.coli* dan *Coliform*.

2. Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada Maret 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor Kefamenanu.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, sampel air keruh, biji kelor yang tua dan kering, es batu. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, pH meter, TDS meter, termometer, neraca analitik, oven, desikator, corong, cawan petri, gelas beaker, gelas ukur, blender, pipet volum, kertas saring *whatman*, ayakan ukuran 100 mesh, *hot plat stirrer*, *magnetic stirrer*, *cool box*, botol sampel.

2.3. Persiapan Sampel

a. Pengambilan dan pengumpulan biji kelor

Kriteria biji kelor yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu buah yang telah matang dan kering. Pengambilan biji kelor dari pohon tanaman kelor yang berada di sekitar kota Kefamenanu.

b. Prosedur pengambilan dan analisis sampel air

Lokasi pengambilan sampel air pada Dusun Taloeb, Desa Maurisu Utara, Kecamatan Bikomi Selatan. Sampel air ditempatkan pada botol sampel ± 1000 mL dan ditutup untuk menjaga agar tidak terkontaminasi. Semua botol sampel dimasukkan ke dalam *cool box* untuk menjaga integritas sampel air. Sampel air diukur dalam kurun waktu 24 jam setelah pengambilan. Sampel air yang digunakan diukur terlebih dahulu parameter fisika seperti pH, total padatan terlarut (TDS) dan padatan tersuspensi (TSS) selanjutnya sampel dikirim ke UPTD Laboratorium Kesehatan Timor Tengah Utara untuk dianalisis parameter kimia dan biologi seperti total kesadahan, klorin, nitrat, nitrit dan *E.coli* dikirim ke UPTD Dinas Lingkungan Hidup Kupang untuk dianalisis parameter fisika yaitu kekeruhan.

2.4. Prosedur Kerja

a. Pembuatan pasta biji kelor

Pembuatan pasta menggunakan metode yang dilakukan oleh Wibawarto *et al.*, (2017) sebagai berikut: buah yang telah dipersiapkan, dikupas kulit luar lalu bagian biji yang masih terbungkus lapisan sayap halus diambil. Biji yang didapat kemudian dikeringkan di bawah cahaya matahari selama 2-3 hari. Setelah itu, lapisan sayap atau kulit biji dikelupas hingga memperoleh daging biji kelor yang berwarna putih. Daging biji kelor dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh untuk mendapatkan bubuk biji yang homogen. Sebanyak 5 gr bubuk biji dilarutkan ke dalam 5 ml akuades untuk mendapatkan pasta biji kelor. Untuk menyiapkan 250 ml larutan stok ekstrak biji kelor maka ke dalam 5 mL pasta biji ditambahkan sebanyak 245 mL akuades. Larutan stok ekstrak ini adalah larutan stok ekstrak biji 20.000 ppm (2%) dengan melarutkan 5 gr bubuk biji kelor ke dalam 250 mL akuades. Larutan kemudian dikocok selama 5 menit dan dibiarkan selama 10 menit untuk kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh adalah larutan ekstrak biji kelor yang siap digunakan sebagai biokoagulan dan flokulan dalam proses penjernihan sampel air.

b. Pembuatan larutan ekstrak biji kelor

Pada penelitian ini akan digunakan 3 konsentrasi larutan ekstrak biji kelor yaitu 25 mg/L, 50 mg/L dan 100 mg/L dari larutan stok 2% yang sudah dipersiapkan pada prosedur sebelumnya.

c. Proses penjernihan air

Proses penjernihan air dilakukan dengan menambahkan filtrat koagulan biji kelor 25 mg/L, 50 mg/L dan 100 mg/L yang telah diperoleh ke dalam 3 gelas beker yang berisi sampel air masing-masing sebanyak 1 liter. Magnetik Stirer digunakan untuk mencampur agar larutan homogen, Magnetik stirer dilakukan pada gelas beker 1 L. Prosedur standarnya dilakukan dengan pencampuran cepat (200 rpm) selama 30 menit dilanjutkan dengan pencampuran lambat (50 rpm) selama 20 menit untuk memicu terjadinya flokulasi. Setelah itu sampel air dibiarkan selama 20 menit dan sebanyak 100 mL sampel air diambil dari gelas beker untuk dianalisis lebih lanjut. Turbiditas atau tingkat kekeruhan diukur dengan menggunakan alat turbidimeter dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Sampel air yang lain kemudian dianalisis untuk menentukan parameter fisika, parameter kimia dan parameter biologi seperti pH, total padatan terlarut, padatan tersuspensi, kesadahan, klorin, nitrat, nitrit dan *E.coli* (Said *et al.*, 2015).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kemampuan dan konsentrasi optimum Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dalam proses penjernihan air

(*Moringa oleifera*) Biji kelor (*Moringa oleifera*) bersifat koagulan sehingga dapat digunakan pada proses penjernihan air. Biji kelor mengandung senyawa miosin, emulsion, asam gliserid dan asam polmirat yang memiliki kemampuan untuk menarik ion-ion logam dan partikel-partikel lainnya (Bertus *et al.*, 2014). Kemampuan biji kelor dan proses penjernihan air dapat diketahui melalui persen penyisihan yang dapat dilihat pada hasil dari setiap parameter.

3.2. Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat dilihat secara langsung dari kondisi air seperti kekeruhan, kesadahan, total padatan terlarut dan total padatan tersuspensi. Kemampuan biji kelor dalam menurunkan konsentrasi dari setiap parameter fisika dalam sampel Mata Air Taloeb dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi parameter fisika sebelum dan setelah penambahan koagulan dengan variasi konsentrasi yang berbeda

Parameter	Keadaan Awal	Konsentrasi (mg/L)		
		25	50	100
Turbiditas	1,98 NTU	1,14 NTU	0,58 NTU	1,15 NTU
Kesadahan	200 mg/L	185 mg/L	145 mg/L	125 mg/L
TDS	293 ppm	4,91 ppm	35,07 ppm	156,6 ppm
TSS	6,9 mg/L	1,6 mg/L	0,8 mg/L	2,3 mg/L

Kekeruhan adalah suatu keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang dikarenakan adanya zat-zat lain seperti koloid dan partikel-partikel halus seperti lumpur dan tanah liat. Kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan pemapasan, daya lihat organisme akuatik serta daya masuknya cahaya ke dalam air berkurang, tingginya kekeruhan air juga mempengaruhi usaha penyaringan dan efektivitas pada proses penjernihan air (Ansori, 2009). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 1) bahwa turbiditas mengalami penurunan setelah penambahan koagulan 25 mg/L, 50 mg/L dan 100 mg/L secara berturut-turut dari 1,98 NTU (keadaan awal) menjadi 1,14 NTU, 0,58 NTU dan 1,15 NTU. Persentase turbiditas tersisihkan untuk masing-masing konsentrasi koagulan sebesar 42,42%, 70,70% dan 41,91 %. Berdasarkan hasil yang diperoleh penurunan turbiditas optimum terdapat pada konsentrasi koagulan 50 mg/L dengan persen penyisihannya sebesar 70,70%. Air dengan tingkat kekeruhan yang tinggi membutuhkan dosis atau konsentrasi koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid penyebab kekeruhan berlangsung secara maksimal yaitu pada konsentrasi 50 mg/L. Pada konsentrasi koagulan 100 mg/L terjadi penurunan penyisihan disebabkan karena konsentrasi koagulan sudah melebihi konsentrasi optimum sehingga terjadi deflokulasi yang menyebabkan nilai turbiditas kembali meningkat (Prasetyaningtyas *et al.*, 2013).

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion atau kationik logam valensi dua, terutama ion kalsium dan magnesium (Sutrisno, 2006). Ion kalsium dan magnesium terbentuk dari batuan kapur yang dapat menyebabkan peningkatan dalam menggunakan sabun, pori-pori kulit tertutup, mengubah warna porselin, menimbulkan endapan berwarna putih dalam air (CaCO_3 dan MgCO_3) (Ristiana *et al.*, 2009). Berdasarkan hasil pengujian (Tabel 1) menunjukkan bahwa konsentrasi kesadahan menurun setelah penambahan koagulan biji kelor pada variasi konsentrasi 25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L. konsentrasi kesadahan mengalami penurunan dari keadaan awal sebesar 200 mg/L menjadi 185 mg/L, 145 mg/L dan 125 mg/L secara berturut-turut untuk setiap konsentrasi koagulan yang ditambahkan. Berdasarkan konsentrasi parameter kesadahan yang diperoleh maka koagulan biji kelor mampu menurunkan konsentrasi kesadahan dengan persentase penyisihan untuk setiap konsentrasi koagulan 25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L secara berturut-turut yaitu 7,50%, 27,50% dan 37,50%. Berdasarkan hasil yang diperoleh penurunan kesadahan optimum terdapat pada konsentrasi koagulan 100 mg/L dengan persen penyisihannya sebesar 37,50%. Hal ini disebabkan karena biji kelor mengandung sejenis protein kationik yang larut dalam air dan bermuatan positif semakin bertambah jumlahnya seiring dengan bertambahnya konsentrasi koagulan. Protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh permukaan air yang selanjutnya berinteraksi dengan partikel-partikel penyebab kesadahan yang terdispersi ke dalam air. Interaksi ini menyebabkan adanya destabilisasi muatan antar partikel koloid dalam air sehingga membentuk flok-flok. Flok yang dihasilkan akan menghasilkan ukuran yang lebih besar sehingga terjadi pengendapan. Sebagian partikel penyebab kesadahan air seperti CaCO_3 dan Mg CO_3 akan ikut terendapkan sehingga kesadahanpun mengalami penurunan (Dulanlebit *et al.*, 2020).

Total padatan terlarut atau *total dissolved solid* (TDS) merupakan parameter fisik kualitas baku dan merupakan ukuran zat terlarut, baik zat organik maupun anorganik. Total padatan terlarut dengan konsentrasi yang tinggi akan mengurangi kejernihan air dan akan menghambat penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam air sehingga terjadi penurunan fotosintesis dan peningkatan suhu air (Afrianita *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 1) bahwa total padatan terlarut mengalami penurunan setelah penambahan koagulan. Penambahan koagulan dengan konsentrasi 25 mg/L menurunkan TDS dari kondisi awal 293 ppm menjadi 4,91 ppm, konsentrasi koagulan 50 mg/L menurunkan TDS sebesar 35,07 ppm dan konsentrasi koagulan 100 mg/L menurunkan TDS sebesar 156,6 ppm. Kemampuan biji kelor sebagai koagulan dalam proses penjernihan air dapat ditunjukkan dari persentase TDS yang tersisihkan untuk masing-masing konsentrasi koagulan sebesar 99,32%, 88,03% dan 46,55%. Berdasarkan hasil yang diperoleh penurunan TDS optimum terdapat pada konsentrasi koagulan 25 mg/L dengan persen penyisihannya sebesar 99,32%. Hal ini disebabkan air dengan total padatan terlarut berupa zat organik maupun anorganik yang tinggi membutuhkan dosis atau konsentrasi koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid penyebab TDS berlangsung secara maksimal yaitu pada konsentrasi 25 mg/L. Penurunan TDS dapat terjadi karena dalam biji kelor terkandung protein makromolekul bersifat polielektrolit yang bermuatan positif, protein dalam biji kelor akan larut dan menarik partikel-partikel yang bermuatan negatif (Hak *et al.*, 2018). Pada konsentrasi koagulan 50 mg/L dan 100 mg/L terjadi penurunan penyisihan TDS yang disebabkan karena konsentrasi koagulan sudah melebihi konsentrasi optimum sehingga terjadi

deflokulasi yang menyebabkan nilai TDS kembali meningkat (Prasetyaningtyas et al., 2013).

Total padatan tersuspensi atau *total suspended solid* merupakan bahan-bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi dalam air dan dapat disaring dengan kertas millipore berpori 0,45µm. Kandungan TSS dalam air sangat mempengaruhi kehidupan biota-biota yang hidup dalam perairan karena TSS yang terlalu tinggi akan menghalang sinar matahari yang masuk ke dalam air sehingga fotosintesis dalam air terganggu (Mustofa, 2018). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 1) bahwa TSS mengalami penurunan setelah penambahan koagulan. Penambahan koagulan dengan konsentrasi 25 mg/L menurunkan TSS dari kondisi awal 6,9 mg/L menjadi 1,6 mg/L, konsentrasi koagulan 50 mg/L menurunkan TSS sebesar 0,8 mg/L dan konsentrasi koagulan 100 mg/L menurunkan TSS sebesar 2,3 mg/L. Kemampuan biji kelor sebagai koagulan dalam proses penjernihan air dapat ditunjukkan dari persentasi TDS yang tersisihkan untuk masing-masing konsentrasi koagulan sebesar 76,81%, 88,40% dan 66,66%. Berdasarkan hasil yang diperoleh penurunan TSS optimum terdapat pada konsentrasi koagulan 100 mg/L dengan persen penyisihannya sebesar 88,40%. Hal ini disebabkan air dengan total padatan tersuspensi berupa zat organik maupun anorganik yang tinggi membutuhkan dosis atau konsentrasi koagulan yang tepat sehingga proses pengendapan partikel koloid penyebab TSS berlangsung secara maksimal yaitu pada konsentrasi 100 mg/L. Penurunan TSS dapat terjadi karena dalam biji kelor terkandung protein makromolekul bersifat polielektrolit yang bermuatan positif yang mana protein dalam biji kelor akan larut dan menarik partikel-partikel bermuatan negatif yang menyebabkan TSS meningkat. Pada konsentrasi koagulan 100 mg/L terjadi penurunan penyisihan TSS yang disebabkan karena konsentrasi koagulan sudah melebihi konsentrasi optimum sehingga terjadi deflokulasi yang menyebabkan nilai TSS kembali meningkat (Hak et al., 2018).

3.3. Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan zat-zat atau mineral-mineral organik maupun anorganik yang terkandung dalam air seperti pH, klorin, nitrat dan nitrit. Kemampuan biji kelor dalam menurunkan kadar dari setiap parameter kimia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Parameter Kimia sebelum dan setelah penambahan koagulan dengan variasi konsentrasi yang berbeda

Parameter	Tanpa Perlakuan	Konsentrasi (mg/L)		
		25	50	100
pH	7,7	7,5	7,3	7,4
Klorin	0,05	0,047	0,042	0,036
Nitrat	0,11	0,075	0,029	0,014
Nitrit	0,041	0,015	0,002	0,029

Derajat keasaman (pH) merupakan derajat keasaman suatu zat sebagai peringkat pada skala 0–14. pH sangat penting sebagai parameter kualitas air dikarenakan apabila pH bersifat asam maupun basa dapat menyebabkan terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air (Shaleh et al., 2018). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 2) konsentrasi pH mengalami perubahan setelah penambahan koagulan. Konsentrasi pH mula-mula sebesar 7,7 dan mengalami perubahan menjadi 7,5 pada penambahan koagulan 25 mg/L, sedangkan untuk koagulan 50 mg/L dan 100 mg/L masing-masing berubah menjadi 7,3 dan 7,4. Kemampuan biji kelor dalam menurunkan pH ditunjukkan dengan persentasi penyisihan nilai pH. Pada konsentrasi 25 mg/L mengalami penyisihan sebesar 2,59%, konsentrasi 50 mg/L mengalami penyisihan sebesar 5,19% dan konsentrasi 100 mg/L mengalami penyisihan sebesar 3,89%. Proses koagulasi menggunakan biji kelor memberikan pengaruh yang kecil terhadap pH. Perubahan pH diduga karena adanya gugus karboksil asam amino yang ditunjukkan pada tingginya kadar protein dalam biji kelor yang mampu melepaskan ion hidrogen. Ion Hidrogen dari asam lemah pada biji kelor seimbang dengan ion hidroksida pada sampel, asam amino pada biji kelor dapat bermuatan positif maupun negatif. Hal ini yang menyebabkan serbuk biji kelor mampu menurunkan pH maupun mempertahankan pH (Larasati, 2020).

Klorin merupakan bahan kimia yang berwujud gas, berwarna kuning kehijauan dan bau menyengat serta dapat menimbulkan pengkaratan dan dekomposisi pada logam karena klorida bersifat korosif (Nugroho dan Purwoto, 2013). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 2) konsentrasi klorin mengalami penurunan dari keadaan semula setelah ditambahkan koagulan dengan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi klorin mengalami penurunan dari keadaan awal 0,05 mg/L menjadi 0,047 pada penambahan koagulan 25 mg/L, konsentrasi klorin mengalami penurunan menjadi 0,042 mg/L dan 0,036 mg/L pada masing-masing penambahan koagulan 50 mg/L dan 100 mg/L. Kemampuan koagulan dalam pengolahan air dapat ditunjukkan dari persentasi penyisihan klorin dari setiap penambahan koagulan. Untuk masing-masing penambahan koagulan, konsentrasi klorin mengalami penyisihan sebesar 6%, 16% dan 28%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa klorin secara optimum disisihkan menggunakan koagulan dengan konsentrasi 100 mg/L. Hal ini terjadi karena dalam biji kelor terkandung zat aktif 4 a *L-ramnosyloxy benzyl isothiocynate* yang dapat menyerap partikel bermuatan negatif dalam air penyebab mineral-mineral organik maupun anorganik termasuk klorin

diendapkan pada saat proses koagulasi dan flokulasi (Nugroho dan Purwoto, 2013).

Nitrat (NO₃) merupakan senyawa yang muncul secara alamiah dari proses dekomposisi dan pelapukan tumbuhan dan sisa-sisa organisme yang telah mati (Kolo, 2019). Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 2, penambahan koagulan biji kelor mampu menurunkan konsentrasi NO₃. Koagulan dengan konsentrasi 25 mg/L mampu menurunkan konsentrasi NO₃ dari keadaan awal 0,11 mg/L menjadi 0,075 mg/L, untuk konsentrasi 50 mg/L dan 100 mg/L NO₃ turun menjadi 0,029 mg/L dan 0,014 mg/L. Kemampuan koagulan dalam menurunkan konsentrasi NO₃ secara optimum terjadi pada penambahan koagulan 100 mg/L dengan persentasi penyisihan sebesar 87,27%. Semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak NO₃ yang disisihkan. Hal ini disebabkan karena biji kelor mengandung sejenis protein kationik yang larut dalam air dan bermuatan positif semakin bertambah jumlahnya seiring dengan bertambahnya konsentrasi koagulan. Protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh permukaan air yang selanjutnya berinteraksi dengan partikel-partikel penyebab konsentrasi nitrat yang terdispersi ke dalam air. Interaksi ini menyebabkan adanya destabilisasi muatan antar partikel koloid dalam air sehingga membentuk flok-flok. Flok yang dihasilkan akan menghasilkan ukuran yang lebih besar sehingga terjadi pengendapan (Nugroho dan Purwoto, 2013).

Nitrit (NO₂) adalah bentuk nitrogen yang hanya teroksidasi sebagian dan tidak dapat bertahan lama sebab merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat (Abja et al., 2020). Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 2, penambahan koagulan biji kelor mampu menurunkan konsentrasi NO₂. Koagulan dengan konsentrasi 25 mg/L mampu menurunkan konsentrasi NO₂ dari keadaan awal 0,041 mg/L menjadi 0,015 mg/L, untuk konsentrasi 50 mg/L dan 100 mg/L NO₂ turun menjadi 0,002 mg/L dan 0,029 mg/L. Kemampuan koagulan dalam menurunkan konsentrasi NO₂ secara optimum terjadi pada penambahan koagulan 50 mg/L dengan persentasi penyisihan sebesar 95%. Terjadinya penurunan kadar nitrit ketika ditambah serbuk biji kelor dikarenakan dalam serbuk biji kelor terdapat protein yang larut dalam air sehingga menghasilkan muatan-muatan positif yang akan bereaksi dengan nitrit yang bermuatan negative. Pada konsentrasi koagulan 100 mg/L terjadi penurunan penyisihan NO₂ yang disebabkan karena konsentrasi koagulan sudah melebihi konsentrasi optimum sehingga terjadi deflokulasi yang menyebabkan nilai NO₂ kembali meningkat (Hak et al., 2018).

3.4. Parameter Biologi

Parameter biologi adalah parameter yang dapat menunjukkan kehadiran bakteri seperti *E.coli* yang berasal dari tinja manusia maupun hewan. Aktivitas dan kemampuan serbuk biji kelor dalam menurunkan kadar dari pengukuran parameter biologi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi Parameter Biologi sebelum dan setelah penambahan koagulan dengan variasi konsentrasi yang berbeda

Parameter	Tanpa Perlakuan	Konsentrasi (mg/L)		
		25	50	100
<i>E.coli</i>	1898 mL	139 mL	38 mL	7 mL

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri vokal yaitu bakteri yang hidup dalam usus manusia secara alami, yang mampu hidup dalam suhu 8–46°C, dan suhu optimum 37°C yang juga merupakan penyebab diare, yang disebabkan oleh buruknya kualitas air minum secara mikrobiologis yang dikonsumsi (Sari et al., 2017). Berdasarkan hasil yang diperoleh (Tabel 3) Bakteri *Escherichia coli* mengalami penurunan dari keadaan semula setelah ditambahkan koagulan dengan konsentrasi yang berbeda. Bakteri *Escherichia coli* mengalami penurunan dari keadaan awal 1898 mL menjadi 139 mL pada penambahan koagulan 25 mg/L. Bakteri *Escherichia coli* mengalami penurunan menjadi 38 mL dan 7 mL pada masing-masing penambahan koagulan 50 mg/L dan 100 mg/L. Kemampuan koagulan dalam pengolahan air dapat ditunjukkan dari persentasi Bakteri *Escherichia coli* dari setiap penambahan koagulan. Untuk masing-masing penambahan koagulan, Bakteri *Escherichia coli* mengalami penyisihan sebesar 92,67%, 97,99% dan 99,63%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa klorin secara optimum disisihkan menggunakan koagulan dengan konsentrasi 100 mg/L. Terjadinya penurunan pada bakteri *E.coli* dikarenakan pada biji kelor mengandung *pterigospermin* yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme dalam air (Saputra et al., 2020). Semakin tinggi konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin tinggi jumlah protein terlarut yang dihasilkan untuk berinteraksi dengan bakteri patogen di dalam air (Ijong dan Dien, 2011). Hal ini dikarenakan dalam serbuk biji kelor terdapat tiga komponen penting yaitu substansi antimikroba 4 a *L-ramnosyloxy benzyl isothiocynate*, minyak ben yang bersifat antiseptik yang dapat menghambat atau membunuh pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri *E.coli* (Gea et al., 2019).

3. Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka disimpulkan bahwa kemampuan dan konsentrasi optimum dari koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) dalam proses penjernihan Mata Air Desa Maurisu untuk setiap parameter uji yang dilakukan yaitu: Untuk parameter fisika diantaranya Turbiditas 50 mg/L dengan persen penyisihan 70,70%, Kesadahan 100 mg/L

dengan persen penyisihan 37,50%, TDS 25 mg/L dengan persen penyisihan 99,32%, TSS 50 mg/L dengan persen penyisihan 88,40%. Untuk parameter kimia diantaranya pH 50 mg/L dengan persen penyisihan 5,19%, Klorin 100 mg/L dengan persen penyisihan 28%, nitrat 100 mg/L dengan persen penyisihan 87,27%, nitrit 50 mg/L dengan persen penyisihan 95%, sedangkan parameter biologi yaitu *E.coli* 100 mg/L dengan persen penyisihan 97,99%.

Pustaka

- Abja R., A.H. Mukaromah dan F.A. Wardoyo. 2020. *Penurunan Kadar Nitrit dalam Air Menggunakan Arang Aktif Biji Kelor*. Eksergi, Vol 17, No 1 2020. ISSN : 1410-394X.
- Afrianita R., T. Edwin dan A. Alawiyah. 2017. *Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara*: 11. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 14(1): 62-72.
- Ansori A. K. 2009. *Penentuan Keckeruhan pada Air di Reservoir di PDAM. Medan: Instalasi Pengolahan Air*.
- Bertus P. Y. M., Suherman., dan S.M. Sabang. 2014. *Karakterisasi FTIR Poliblend Adsorben Serbuk Biji Buah Kelor (Moringa oleifera) dan Cangkang Ayam Ras untuk Pengolahan Air Gambut di Daerah Palu Barat*. Jurnal Kimia, Universitas Tadulako Palu. 3(1): 21-29.
- Coniwanti P., I. D. Mertha, dan D.Eprianie. 2013. *Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS dan COD*. Jurnal Teknik Kimia Vol 19(3): 9.
- Dulanlebit H. Y., Sunarti., Y. T. Male. 2020. *Efektivitas Biji Kelor (Moringa oleifera Lamk) pada Pengolahan Air Sumur dan Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Biji Kelor terhadap Fe dan Mg dalam Air*. MJOCE/Vol 10 NO 1/ Januari 2020/Hal.43-52. ISSN: 2087-9024
- Fauzi L. 2010. *Pengaruh Pemberian Rebusan Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Kadar Asam Urat Darah*. Skripsi, Medan : Fk-UISU Medan 2010.
- Gea B.O., I.K.Suada dan I.M.Merdana. 2019. *Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Penanganan Limbah Peternakan Sapi Ditinjau dari Total Coliform dan Total Suspended Solid*. Indonesia Medicus Veterinus. pISSN : 2301-7848; eISSN : 2477-6637.
- Hak A., Y. Kurniasih dan H. Hatimah. 2018. *Efektivitas Penggunaan Serbuk Biji Kelor (Moringa oleifera) sebagai Koagulan untuk Menurunkan TDS dan TSS dalam Limbah Laundry*. Jurnal Kependidikan Kimia. Vol 6 No. 2. pISSN: 2338-6487
- Hamzani, Raharja, As. 2018. *Pengolahan Air Gambut Menggunakan Sistem Kontinyu dan Batch (Study in Sawahan Village, Barito Kuala)*. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah.
- Ijong F. G. dan H. A. Dien. 2011. *Karakteristik Bakteri Pereduksi Merkuri (Escheria coli) Diisolasi dari Perairan Pantai Teluk Manado*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. Vol VII-3.
- Irwansyah M dan Hamzah A. 2021. *Pendampingan Mahasiswa dalam Memahami Sistem Penyediaan Air Bersih/Minum di PDAM Tirta Silau Piasa Kabupaten Asahan*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Asahan. Jurnal Pengabdian Masyarakat.
- Kolo, M. Magdalena. 2019. *Penentuan Status Mutu dan Beban Pencemaran Air Kali Dendeng Kota Kupang*. Jurnal Saintek Lahan Kering 2 (1) 13-16
- Larasati 2020 *Efektivitas Biji Kelor sebagai Koagulan dalam Proses Koagulasi/Flokulasi pada Air Permukaan*. Skripsi: Universitas Sumatera Utara.
- Leones M. M, K. R. Donado., I. M. Martinez., R. O. Verbel., M. J. Eraso. 2018. *Evaluation of the Coagulant Power of Aluminum Sulfate and Moringa Oleifera Seeds in the Clarification Process of Water in the Swamp of Malambo, Atlantico*. Journal of Revista UIS Ingenierias.
- Manurung Manuntun. 2011. *Potensi Khitin/Khitosan dari Kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air*. Jurnal Kimia: 7.
- Muhammad, Abdulsalam, Abdulkarim, Bello 2015. *Water Melon Seed as a Potential Coagulant for Water Treatment*. Global Journal of Research in Engineering 2015.
- Mustofa A. 2018. *Pengaruh Total Padatan Tersuspensi Terhadap Biodiversitas Makrozoobentos di Pantai Telukawur Kabupaten Jepara*. Jurnal DISPROTEK. Volume 9.Nomor 1. ISSN: 2088-6500. e-ISSN: 2548-4168.
- Nugroho B. A., S. S. Miswadi dan N. B. Santosa. 2014. *Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Menurunkan Kadar Pb, Keckeruhan dan Intensitas Warna*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang. Indonesian Journal of Chemical Science.
- Nugroho W. dan S. Purwoto. 2013. *Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau melalui Penukaran Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif*. Jurnal Waktu. Volume 11 Nomor 01. ISSN-1412-1867.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Prasetyaningtyas F. U., B. Rumhayati dan M. Masruri 2013 *Application of Moringa Oleifera Seed Powder for Coagulating of Iron(III) on Local Water Resources*. Journal Pure App Chem Res, 2(3), 37-47.
- Putra R., B. Lebu., D. Munthe dan A. M. Rambe. 2013. *Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test*. Jurnal Teknik Kimia USU 2(2): 28-31.
- Ramadhani S., A. T. Sutanahji dan B. R. Widiatmono. 2013. *Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (Moringa oleifera Lamk), Poly Aluminium Chloride (PAC), dan Tawas sebagai Koagulan untuk Air Jernih*. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Ristiana N., D. Astuti dan T. P. Kurniawan. 2009. *Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karang Tengah Weru Kabupaten Sukoharjo*. Jurnal. Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sada J. T dan R. H. Tanjung. 2010. *Keragaman Tumbuhan Obat Tradisional di Kampung Nansori Distrik Supiori Utar, Kabupaten Supiori*. Jurnal Biologi Papua.
- Said I., A. Akbar dan A. W. M. Diah. 2015. *Efektivitas Biji Kelor (Moringa Oleifera Lamk) sebagai Koagulan Besi (Fe) dan Kalsium (Ca)*. Jurnal Akademika Kimia 4(2): 7.
- Saputra K. I., I. K. Suada., I. M. Merdana. 2020. *Pemberian Serbuk Biji Kelor pada Limbah Cair Rumah Pemoangan Ayam Tradisional Mampu Menurunkan Jumlah Escherichia coli*. Indonesia Medicus Veterinus 2020. pISSN: 2301-7488; eISSN: 2477-6637.
- Sari R. K., L. Tina dan A. F. Fachlevy. 2017. *Efektivitas Biji Kelor (Moringa oleifera) terhadap Bakteri Escherichia coli dalam Upaya Pencegahan Penyakit Diare*. JIMKESMAS. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat. VOL.2/NO.6/Mei 2017; ISSN 2503-731X.
- Shaleh F. R., F. Mas'ud dan T. A. Permana. 2018. *Kajian Kualitas Air Sumur sebagai Sumber Air Bersih di Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan*. Jurnal Grouper, Fakultas Perikanan, Universitas Islam Lamongan. Vol 9(2): 1-11. ISSN 2086-8480.
- Sitorus M., M. S. Joni dan N. Katharina. 2008. *Prevent Malnutrition with Moringa*
- Sutrisno T. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Wibawarto D. K., S. Syafrudin dan W. D. Nugraha. 2017. *Study Penurunan Turbidity, TSS, COD Menggunakan Biji Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Nanobiokoagulan Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik (Grey Water)*. Jurnal kimia. Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.