

Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Penanganan Limbah Peternakan Sapi Ditinjau dari *Total Coliform* dan *Total Suspended Solid*

(*THE USE OF POWDER SEEDS MORINGA FOR THE TREATMENT CATTLE FARM
WASTE REVIEWED FROM TOTAL COLIFORM AND TOTAL SUSPENDED SOLID*)

Octo Berkat Gea¹, I Ketut Suada², I Made Merdana³

¹Mahasiswa Pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan,
²Laboratorium Kesehatan Masyarakat dan Epidemiologi Veteriner,
³Laboratorium Fisiologi, Farmakologi dan Farmasi Veteriner,
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana,
Jl. P.B. Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia, 80234; Telp/Fax: (0361) 223791
e-mail: octoberkatgea5@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran limbah peternakan sapi sangat berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat termasuk masyarakat veteriner. Pemakaian bahan alami yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah sangat diperlukan, salah satunya yaitu biji kelor (*Moringa oleifera*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari serbuk biji kelor terhadap penurunan TSS (*Total Suspended Solid*) dan total *coliform* limbah peternakan sapi. Limbah peternakan sapi diperoleh dari kandang anggota kelompok tani Walung Mekar, Gianyar. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana. Perlakuan konsentrasi biji kelor (0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L dan 150 mg/L)/500 ml limbah sapi dilakukan pengadukan cepat (200 rpm) dan pengadukan lambat (60 rpm) dengan lama pengendapan (0 menit, 20 menit, 40 menit dan 60 menit). Analisis uji sidik ragam konsentrasi biji kelor dan lama pengendapan berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan total *coliform* dan TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan pada parameter total *coliform* dan TSS, konsentrasi serbuk biji kelor optimum terbaik hingga 150 mg/L dan lama pengendapan optimum 60 menit mampu menurunkan total bakteri *coliform* dan TSS. Namun pada penurunan TSS efisien pada lama pengendapan 20 menit.

Kata-kata Kunci: Biji kelor; limbah; peternakan sapi; total *coliform*; TSS (*Total Suspended Solid*)

ABSTRACT

The pollution of cattle farm waste is very bad for the environment and public health, including veterinary community. The using of natural stuff like *Moringa oleifera* is necessary to treat the liquid waste. This aims of the study are to determine the moringa seed powder effect on decreasing TSS (*Total Suspended Solid*) and total *coliform* of cattle farm waste. The waste was obtained from the cowshed owned by members of the farmer group named Walung Mekar farmer in Gianyar. The study was conducted at the Veterinary Public Health Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine, Udayana University. The treatment of moringa seed with the measurement (0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L and 150 mg/L)/500 ml of cow waste was carried out 200 rpm through fast and slowly stirring 60 rpm with deposition time (0 minutes, 20 minutes, 40 minutes and 60 minutes). The analysis results of the examination test variance concentration of moringa seeds and settling time had a very significant effect on the decrease in total *coliform* and TSS. The results showed of

observations carried out on the decrease in total *coliform* and TSS, the concentration moringa seed powder was optimum for 150 mg/L and the optimum duration of deposition of 60 minutes was able to lower total *coliform* and TSS. However the decrease in TSS was efficient at a duration of 20 minutes.

Keywords : Moringa seeds; waste; cattle farms; total *coliform*; TSS (*Total Suspended Solid*)

PENDAHULUAN

Kesehatan lingkungan pada hakikatnya adalah suatu kondisi atau keadaan lingkungan yang optimal sehingga berpengaruh positif terhadap terwujudnya status kesehatan yang optimal pula. Masalah kesehatan lingkungan di negara berkembang adalah berkisar pada sanitasi (jamban), penyediaan air minum, perumahan (*housing*), pembuangan sampah dan pembuangan air limbah (Suardana dan Swacita, 2008). Sumber pembuangan limbah salah satunya dari aktivitas manusia yaitu usaha peternakan, yang umumnya belum melakukan pengolahan air limbah. Limbah-limbah yang dibuang secara sembarangan akan menjadi sumber polutan bagi air tanah dan air permukaan. Pencemaran ini sangat berdampak buruk terhadap kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat veteriner. Limbah dari peternakan sapi dapat menimbulkan gangguan, bahaya dan kematian bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air (Irmayana *et al.*, 2017).

Untuk memberikan gambaran tentang kualitas air dari pembuangan limbah cair peternakan sapi, secara umum ditentukan berdasarkan beberapa parameter yaitu; pH, mikroba, BOD, COD, TSS, TDS, minyak, lemak dan NH₃-N (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014). Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Huda, 2009). Salah satu pencemaran secara mikrobiologi pada limbah peternakan sapi yaitu dengan melimpahnya bakteri *coliform* yang terkandung dalam air.

Proses penjernihan biasanya menggunakan alum atau tawas sebagai koagulan, namun penggunaan alum atau tawas kurang baik karena dapat mencemari lingkungan dan beresiko bagi kesehatan (Irmayana *et al.*, 2017). Penelitian tentang penggunaan bahan alami yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah sangat diperlukan, salah satunya yaitu biji kelor (*Moringa oleifera*). Beberapa studi yang telah melakukan penjernihan air dengan menggunakan koagulan alami biji kelor yaitu; Irmayana *et al.*, (2017), Ningsih *et al.*, (2018), Rasako dan Ahmad (2014) yang berhasil menurunkan nilai TSS, COD, BOD, Sulfida dan pH pada limbah cair industri tekstil kulit, limbah *laundry* dan limbah cair industri tahu dengan

memanfaatkan biji kelor. Daya hambat bakteri pada tanaman kelor juga sudah banyak dilaporkan, salah satunya dari penelitian Agustie dan Samsumaharto (2013) bahwa biji kelor mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Penggunaan bahan alami dilakukan untuk mengurangi bahaya lingkungan dan gangguan kesehatan. Proses penjernihan dengan biji kelor dapat memberikan keuntungan karena penggunaan bahan koagulan alami akan ramah lingkungan dan mudah didapatkan di alam. Penelitian ini bertujuan mengamati dan mengetahui seberapa besar konsentrasi serbuk biji kelor dan lama pengendapan mampu menurunkan parameter baik dari *Total coliform* dan *Total Suspended Solid* limbah peternakan sapi.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Sampel air limbah peternakan sapi diambil dari kandang anggota kelompok tani Walung Mekar, Desa Serongga Kabupaten Gianyar. Memiliki jumlah ternak sebanyak 8 ekor dan limbahnya dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Sampel air limbah diambil sebanyak tiga liter, tepat pada titik pertengahan saluran sebelum pembuangan ke sungai.

Prosedur Penelitian

Buah kelor yang sudah tua atau matang dikupas dan diambil bijinya. Biji kelor yang diperoleh kemudian dikupas kembali dari cangkangnya dan dikeringkan dalam oven selama 30 menit pada suhu 105°C atau dijemur 3-5 hari untuk menurunkan kadar airnya. Biji kelor yang telah kering digerus, kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan ukuran serbuk halus biji kelor (Bertus *et al.*, 2014). Serbuk biji kelor yang diperoleh kemudian dilarutkan, yaitu 1 gram serbuk biji kelor dengan 200 ml aquades sehingga didapatkan konsentrasi 5000 mg/L. Tingkatan konsentrasi biji kelor yang digunakan dalam penelitian ini adalah 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L.

Limbah peternakan sapi dipersiapkan sebanyak masing-masing 500ml, dilanjutkan dengan proses koagulasi biji kelor dengan konsentrasi larutan biji kelor P0 = 0 mg/L (0 ml), P1 = 50 mg/L (5 ml), P2 = 100 mg/L (10 ml), P3 = 150 mg/L (15 ml). Masing-masing sampel akan dilakukan pengadukan cepat selama 2 menit dengan kecepatan 200 rpm dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 5 menit dengan kecepatan 60 rpm (Wibawarto *et al.*,

2017). Setelah proses pengadukan selesai, kemudian didiamkan dan dilakukan pengujian bakteri *coliform* dan TSS pada 0 menit, 20 menit, 40 menit dan 60 menit.

Penghitungan Bakteri *Coliform*

Teknik isolasi bakteri *coliform* dalam penelitian ini adalah dengan *Spread Plate Method* (pulasan atau sebaran) pada permukaan media EMBA yang telah memadat. Sebelum penanaman sampel pada media, terlebih dahulu dibuat pengenceran berseri sampai pengenceran 10^{-7} . Dari pengenceran 10^{-7} sampel diambil sebanyak 0,1 ml dan ditanam secara aseptis ke permukaan media EMBA dalam cawan petri, diinkubasi selama 24 jam secara terbalik pada suhu 37°C dan diamati pertumbuhan bakteri *coliform*. Menurut Widiyanti dan Ristiati (2004) kelompok bakteri *coliform* dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 24 jam pada suhu 37°C .

Analisis TSS

Analisis TSS menggunakan prinsip kerja metode gravimetric (SNI-06-6989.3-2004) yakni, kertas saring dengan ukuran $0,45\ \mu\text{m}$ dimasukkan ke dalam cawan porselen kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $103\text{-}105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, didinginkan selama 5 menit dalam desikator lalu ditimbang (B gram). Sampel air limbah sebanyak 20 ml disaring dengan kertas saring ukuran $0,45\ \mu\text{m}$ yang telah ditimbang beratnya. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu $103^{\circ}\text{C}\text{-}105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, didinginkan selama 5 menit dalam desikator lalu ditimbang (A gram). Kenaikan berat kertas saring mewakili padatan tersuspensi total. Untuk memperoleh nilai TSS, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

Ket. : A : berat kertas saring + residu kering, mg;
B : berat kertas saring, mg.

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama pengendapan terhadap penurunan *Total Coliform* dan *Total Suspended Solid*, dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Sampurna dan Nindhia, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Total *Coliform*

Hasil penghitungan koloni bakteri *coliform* limbah peternakan sapi setelah dilakukan perlakuan dengan berbagai konsentrasi biji kelor dan lama pengendapan (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (Log y) Jumlah Bakteri *Coliform* Limbah Peternakan Sapi Setelah Pemberian Serbuk Biji Kelor

Konsentrasi Biji kelor (mg/L)	Rataan \pm Standar Deviasi	Lama pengendapan (menit)	Rataan \pm Standar Deviasi
0	3,4 \pm 0,37 ^a	0	3,4 \pm 0,44 ^a
50	3,0 \pm 0,32 ^b	20	3,1 \pm 0,30 ^b
100	2,9 \pm 0,30 ^b	40	2,8 \pm 0,23 ^c
150	2,7 \pm 0,19 ^c	60	2,7 \pm 0,30 ^c

Keterangan : Nilai dengan huruf yang berbeda kearah kolom menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$), sebaliknya nilai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa perlakuan dengan serbuk biji kelor memberikan manfaat tambahan yaitu menurunkan kandungan bakteri. Hal ini dibuktikan dengan penurunan jumlah bakteri *coliform* pada berbagai konsentrasi biji kelor dan lama pengendapan.

Pengaruh Konsentrasi dan Lama Pengendapan Serbuk Biji Kelor terhadap Bakteri *Coliform*

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi koagulan biji kelor berpengaruh sangat nyata terhadap total *coliform* limbah peternakan sapi ($P < 0,01$). Berdasarkan hasil uji jarak berganda Duncan terjadi penurunan jumlah *coliform* limbah peternakan sapi setelah diberikan konsentrasi serbuk biji kelor. Pemberian serbuk biji kelor 0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L dan 150 mg/L nyata ($P < 0,05$) dapat menurunkan jumlah *coliform* limbah peternakan sapi. Sedangkan antara konsentrasi 50 mg/L dan 100 mg/L tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Pemberian serbuk biji kelor mampu menghambat pertumbuhan bakteri *coliform* dikarenakan pada biji kelor mengandung *pterigospermin* yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme dalam air. Dalam kotiledon biji kelor mengandung tiga komponen penting yaitu substansi antimikroba 4 α L-*rhamnosyloxy-benzyl-isothiocynate*, minyak ben dan *flokulan* (Aney *et al.*, 2009). Substansi tersebut bersifat antiseptik yaitu suatu senyawa yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme lain, termasuk bakteri *coliform* seperti halnya yang dinyatakan oleh Mayer dan Stelz (1993). Selain itu, penurunan total *coliform* juga dipengaruhi oleh suasana basa

yang diciptakan oleh koagulan biji kelor. Hal ini dibuktikan oleh Amagloh dan Benang (2009) bahwa, asam amino yang terdapat dalam protein biji kelor menghasilkan pelepasan grup hidroksil yang membuat larutan menjadi basa. Bakteri *coliform* pada suasana pH rendah tetap dapat tumbuh, namun tidak pada suasana pH basa (Todar dan Melnick, 2008).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama pengendapan juga berpengaruh sangat nyata terhadap log jumlah *coliform* limbah peternakan sapi ($P < 0,01$). Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa lama pengendapan menit ke-0 dan menit ke-20 menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), pada menit ke-20 dan menit-40 juga berbeda nyata ($P < 0,05$), sedangkan pada menit ke-40 dan ke-60 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Ketika biji kelor dilarutkan ke dalam limbah, protein dalam biji kelor menghasilkan muatan positif yang bertindak sebagai magnet dan menarik partikel bermuatan negatif yang dominan seperti tanah liat dan partikel beracun lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Schwarz (2000) bahwa proses koagulasi-flokulasi menghilangkan sekitar 90-90% bakteri yang biasanya menempel di partikel padat, sehingga bakteri akan terikat bersama *flok* yang terbentuk dan dapat dihilangkan dari limbah. Lama pengendapan juga memberikan kesempatan aktivasi bakterisidal untuk menghambat bahkan membunuh bakteri Gram negatif maupun Gram positif (Oludoro dan Aderiye, 2007). Makin tinggi konsentrasi serbuk biji kelor yang diberikan dalam penelitian ini log jumlah *coliform* semakin menurun, makin lama waktu pengendapan log jumlah *coliform* limbah peternakan sapi semakin menurun.

Hasil Uji Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspensi Solid merupakan padatan yang terkandung dalam air. Berikut data hasil pengukuran TSS dari limbah peternakan sapi yang ditambahkan serbuk biji kelor.

Tabel 2. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan Nilai TSS Limbah Peternakan Sapi dari Berbagai Konsentrasi Biji Kelor Terkait Lama Pengendapan

Konsentrasi Biji kelor (mg/L)	Rataan \pm Standar Deviasi	Lama Pengendapan (menit)	Rataan \pm Standar Deviasi
0	2,8 \pm 0,88 ^a	0	2,5 \pm 0,97 ^a
50	2,1 \pm 0,49 ^b	20	1,7 \pm 0,68 ^b
100	1,6 \pm 0,44 ^c	40	1,6 \pm 0,46 ^b
150	1,2 \pm 0,32 ^d	60	1,8 \pm 0,80 ^b

Keterangan : Nilai dengan huruf yang berbeda kearah kolom menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$), sebaliknya nilai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Dari hasil pemeriksaan, penurunan TSS menunjukkan adanya perbedaan penurunan. Nilai TSS yang diperoleh jauh diatas baku mutu limbah peternakan sapi Permen.LH No.05 Tahun 2014, dimana baku mutu TSS limbah peternakan sapi maksimum 100 mg/L. Hal ini disebabkan karena banyaknya kandungan zat-zat organik dan anorganik yang terkandung di dalam limbah peternakan sapi, sehingga perlu dilakukan penanganan awal sebelum dilanjutkan dengan penambahan serbuk biji kelor.

Pengaruh Konsentrasi Serbuk Biji Kelor terhadap TSS

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi serbuk biji kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap TSS limbah peternakan sapi. Hasil uji Duncan menunjukkan konsentrasi 0 mg/L dengan 50 mg/L, berbeda nyata ($P < 0,05$), 0 mg/L dengan 100 mg/L berbeda nyata ($P < 0,05$) dan 0 mg/L dengan 150 mg/L berbeda nyata ($P < 0,05$). Konsentrasi 50 mg/L dengan 100 mg/L juga berbeda nyata ($P < 0,05$) dan 100 mg/L dengan 150 mg/L berbeda nyata ($P < 0,05$). Konsentrasi biji kelor yang digunakan dalam penelitian ini yakni 50 mg/L, 100 mg/L dan 150 mg/L mampu menurunkan nilai TSS limbah peternakan sapi. Seperti halnya konsentrasi yang digunakan pada penelitian Wibawarto *et al.*, (2017), dengan konsentrasi awal 40 mg/L sudah memberikan hasil yang paling baik untuk menurunkan nilai TSS. Hal ini membuktikan bahwa pemberian koagulan biji kelor yang bermuatan positif akan berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif dalam limbah sehingga membentuk *flok-flok* melalui mekanisme adsorpsi (Sari *et al.*, 2017).

Serbuk biji kelor akan mengikat partikel-partikel membentuk *flok-flok* yang terbentuk pada pengadukan cepat. Pengadukan kedua diperlambat untuk memperbesar *flok* yang terbentuk pada pengadukan pertama, sehingga *flok* mikro bergabung menjadi satu dengan massa yang lebih besar sehingga mengendap dan turun ke dasar *beaker glass*. Tujuan pengadukan adalah untuk mencampurkan larutan biji kelor ke dalam limbah sehingga dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion yang berada dalam limbah. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil penelitian Khasanah (2008) bahwa proses koagulasi dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, termasuk konsentrasi koagulan. Konsentrasi koagulan dan pengadukan yang tepat mampu mengendapkan dan mampu mengurangi partikel koloid penyebab kekeruhan dalam air limbah secara maksimal. Hal ini menyebabkan TSS dalam air limbah peternakan sapi menjadi berkurang.

Pengaruh Lama Pengendapan terhadap TSS

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama pengendapan juga berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan TSS limbah peternakan sapi ($P < 0,01$). Hasil uji Duncan lama pengendapan menunjukkan bahwa lama pengendapan menit ke-0 dan menit ke-20 berbeda nyata ($P < 0,05$) sedangkan menit ke-20, ke-40 dan ke-60 menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$). Nilai TSS pada lama pengendapan menit ke-40 dan 60 yakni pada konsentrasi 50 mg/L (kelompok 1), 100 mg/L (kelompok 3), 150 mg/L (kelompok 2) mengalami kenaikan, sehingga kondisi terbaik pada lama pengendapan yaitu pada menit ke-20. Akibat proses pengadukan yang belum sempurna, hal ini menurut penelitian Ningsih (2011), *flok* yang terbentuk terhadap padatan tersuspensi dapat mengakibatkan perubahan berat jenis padatan tersuspensi, dengan demikian lama pengendapan mampu menyebabkan padatan tersuspensi mengendap secara gravitasi. Hal ini disebabkan apabila konsentrasi koagulan maksimum telah tercapai, maka larutan akan stabil dan mampu membentuk *flok* yang padat (Sari *et al.*, 2016).

Konsentrasi koagulan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan. Massa koagulan yang melebihi konsentrasi koagulan maksimum tidak lagi memperbesar ukuran *flok*, karena *flok* sudah berada pada kondisi jenuh. Hal ini diperkuat oleh penelitian Ningsih *et al.*, (2018) bahwa, ukuran *flok* akan mempengaruhi kekeruhan limbah, karena jika ukuran *flok* yang kecil maka akan membutuhkan waktu pengendapan yang lama. Begitupun dengan koagulan, jika penambahan yang berlebihan menyebabkan larutan menjadi jenuh dan dapat meningkatkan pengotor. Ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap berkurangnya kekeruhan karena semakin kecil ukuran partikel, maka luas bidang kontak antara koagulan dengan limbah peternakan sapi akan semakin besar (Rasako dan Ahmad, 2014). Begitupun dengan koagulan biji kelor, jika ukuran partikelnya semakin kecil, maka luas bidang kontak antara partikel biji kelor terhadap limbah cair semakin besar sehingga menyebabkan TSS semakin banyak menurun. Pada penelitian ini serbuk biji kelor yang digunakan pun masih agak kasar sehingga luas bidang kontak antara partikel pun cenderung kecil.

SIMPULAN

Konsentrasi serbuk biji kelor 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L dan lama pengendapan 20 menit, 40 menit, 60 menit berpengaruh menurunkan total bakteri *coliform* dan nilai TSS

limbah peternakan sapi. Efisiensi berpengaruh optimum pada konsentrasi hingga 150 mg/L dan lama pengendapan 60 menit terhadap total *coliform* dan optimum lama pengendapan 20 menit menurunkan TSS.

SARAN

Pada penelitian lanjutan serbuk biji kelor yang dibuat harus memiliki ukuran partikel yang lebih kecil sehingga luas bidang kontak antara partikel pun cenderung lebih besar. Perlu dilakukan pretreatment awal untuk memperbaiki kadar parameter total *coliform* dan TSS limbah peternakan sapi sehingga tercapai sesuai standar baku mutu limbah peternakan sapi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih terhadap pihak kelompok tani Walung Mekar, Gianyar, juga terhadap semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustie WD, Samsumaharto RA. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak maserasi daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Biomedika Journal*. 6(2): 14 -19.
- Amagloh FK, Benang A. 2009. Effectiveness of Moringa Oleifera Seed as Coagulant for Water Purification. Full Length Research Paper. *African Journal of Agricultural Research*. 4(1): 119-123.
- Aney J, Rashmi T, Maushumi K, Kiran B. 2009. Pharmacological and Pharmaceutical Potential of *Moringa oleifera*. *A Review Journal Pharmacist Research*. 2(9): 1424-1426.
- Bertus PY, Suherman, Mulyani S. 2014. Karakteristik FTIR Poliblend Adsorben Serbuk Biji Buah Kelor (*Moringa oleifera*) dan Cangkang Ayam Ras untuk Pengolahan Air Gembut di Daerah Palu Barat. *J.Akad.Kim*. 3(1): 21-29.
- Huda, Thorikul. 2009. Hubungan Antara Total Suspended Solid Dengan Turbidity Dan Dissolved Oxygen. <http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23>. Tanggal akses 18 Januari 2019.
- Irmayana I, Hadisantoso EP, Isnaini S. 2017. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit. *Jurnal Kajian Islam, Sains dan Teknologi*. 10(2): 48-61
- Khasanah U. 2008. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, lamk.) sebagai Koagulan Fosfat dalam Limbah Cair Rumah Sakit. *Studi Kasus di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang*. UIN. Malang.
- Mayer FA, Stelz E. 1993. Distribution, Ecological Requirements and Uses of the Multipurpose Tree *Moringa stenopala* in Southern Ethiopia. *Plant Research and Development Journal*. Vol. 38. Pontius, F.W. (Ed.). Tubenigen: Institute for Scientific Cooperation.

- Ningsih R. 2011. Pengaruh Pembubuhan Tawas dalam Menurunkan TSS pada Air Limbah Rumah Sakit. Samarinda: Universitas Mulawarman Samarinda. *Kemas* 6(2): 79-86.
- Ningsih SA, Azizah N, Rumanto P. 2018. Pengaruh Waktu Pengendapan dan Dosis Biokoagulan dari Biji Kelor dan Biji Kecapir terhadap Limbah Laundry. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia: Yogyakarta.
- Oludoro AO, Aderiye BI. 2007. Efficacy of Moringa oleifera Seed Extract on the Microflora of Surface and Underground Water. Departement of Microbiology, University of Ado-Ekiti, Ado-Ekiti, Nigeria. *Journal of Plant Sciences*. 2(4): 453-458.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air limbah.
- Rasako H, Ahmad R. 2014. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Koagulan alternative dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu Negeri Batu Merah Kota Ambon. *Jurnal Kesehatan Terpadu*. 5(1): 45-52.
- Sampurna IP, Nindhia TS. 2008. *Analisis Data dengan SPSS dalam Rancangan Percobaan*. Cetakan I. Denpasar : Udayana University Press.
- Schwarz D. 2000. Water Clarification Using Moringa oleifera. Technical Information Wle, Gate Information Service, Eschborn, Germany. <http://www.gtz.de/gate/gateid.afp>. Tanggal akses 19 Januari 2019.
- Suardana IW, Swacita IBN. 2008. *Buku Ajar Kesehatan Masyarakat Veteriner*. 1rd ed. Cetakan ke-3. Denpasar: Udayana University Press.
- Sari RA, Pinem JA, Daud S. 2016. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum Menggunakan Proses Koagulasi Ultrafiltrasi. *Jom FT*. 3(1): 1-7
- Sari RK, Tina L, Fachlevy AF. 2017. Efektifitas Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Dalam Upaya Pencegahan Penyakit Diare. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat Unsiyah* 2(6): 6-7.
- Todar, Melnick. 2008. *Medical Microbiology*. 22th Ed. New York: Lange Medical Books
- Wibawarto DK, Syafrudin, Nugraha WD. 2017. Study Penurunan Turbidity, TSS, COD Menggunakan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Nanobiokoagulan Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik (*Grey Water*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1): 2-3.
- Widiyanti NL, Ristiati NP. 2004. Analisis Kualitatif Bakteri *Coliform* pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 3(1):64-73.