

Analisis Pengolahan Limbah Cair Dengan Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) di Pabrik Kopi, Ermera, Timor Leste

*Analysis of Wastewater Treatment by Phytoremediation of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at Coffee Factory, Ermera, Timor Leste*

José Cardoso¹, Kiki Syaputri Handayani^{1,2*}, Rukmini Aliman¹, Chafid Fandeli¹

¹Sekolah Pascasarjana, Magister Ilmu Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta, Jalan Janti Km.4 Gedongkuning, Bantul 55198, Indonesia

²Pusat Riset Bioindustri Laut dan Darat, Badan Riset Inovasi Nasional, Ds. Teluk Kodek, Desa Malaka, Lombok Utara, Mataram-NTB, 83352, Indonesia

*Email korespondensi : kikisyaputri@ity.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan limbah cair pabrik kopi PT Cooperativa Cafe Timor (CCT) di Suco Railaco, Ermera, Timor Leste sebanyak 54,000 m³ diproses secara kimia dengan menggunakan kapur. Kurangnya waktu tinggal dalam membentuk flok untuk mengendapkan bahan organik pada proses koagulan menyebabkan limbah cair masih menimbulkan bau busuk. Sehingga, diperlukan upaya menurunkan bahan organik limbah cair yaitu dengan teknik fitoremediasi eceng gondok *Eichhornia crassipes* dan dicampur kapur. Untuk mendapatkan perlakuan terbaik pada penelitian ini, pengujian dilakukan selama 5 hari untuk penurunan kadar *Biochemical Oxygen Demand, 5 days* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Pengolahan limbah padat eceng gondok secara anaerobik untuk pembuatan kompos organik dengan metode Takakura dengan bantuan aktivator berupa efektif mikroorganisme (EM-4) (100 ml) dan mikroorganisme lokal (MOL) (100 ml) adalah selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh perlakuan 20 rumpun eceng gondok dan 600 g kapur (CaO) memiliki tingkat kemampuan terbaik pada BOD₅ sebesar 12.53 mg.L⁻¹ (33.56%), COD sebesar 26.96 mg.L⁻¹ (28.65%), dan TSS sebesar 34.66 mg.L⁻¹ (55.36%). Sedangkan kompos eceng gondok memiliki C/N rasio sebesar 72.93, dan belum memenuhi persyaratan SNI19-7030-2004 akibat pengaruh suhu dan ketinggian timbunan kompos sehingga kemampuan mikroorganisme pada aktivator lebih dominan dalam perombakan bahan yang mengandung protein (N-Organik) jika dibandingkan dengan merombak bahan yang mengandung karbohidrat (C-Organik).

Kata kunci: eceng gondok, fitoremediasi, kapur tohor, kompos, limbah cair kopi

ABSTRACT

The wastewater treatment of coffee factory PT CCT in Suco Railaco, Ermera, Timor Leste as much as 54,000 m³ is chemically processed using CaO. The lack of time in forming flocs to precipitate organic matter in the coagulant process caused the wastewater had a foul odor. Therefore, alternative ways are required to reduce the organic matter of wastewater, by phytoremediation with water hyacinth and CaO. To obtain the best treatment to reduce levels of BOD₅, COD, and TSS was for 5 days. Anaerobic treatment of water hyacinth waste for organic composting by the Takakura method with the activators in the form of EM-4 (100 ml) and MOL (100 ml) was for 14 days. The results showed that the treatment effect of 20 clumps of water hyacinth and 600 g of CaO had the best level of ability at BOD₅ was 12.53 mg.L⁻¹ (33.56%), COD was 26.96 mg.L⁻¹ (28.65%), and TSS was 34.66 mg.L⁻¹ (55.36%). Meanwhile, water hyacinth compost had a C/N ratio of 72.93, and it was under the requirements of SNI19-7030-2004 due to the influence of temperature and height of the compost pile so that the ability of microorganisms in the activator was more dominant in the reshuffle of materials containing protein (N-Organic) when it compared to overhauling materials containing carbohydrates (C-Organic).

Keywords: *eichornia crassipes*, phytoremediation, calcium oxide, compost, coffee wastewater

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah cair pabrik kopi PT. CCT belum memiliki model penanganan limbah yang ideal. Limbah padat berupa kulit kopi ditumpuk di sekitar lokasi pabrik, sedangkan limbah cair diletakkan di dalam bak terbuka sehingga menimbulkan bau busuk. Kendala di Timor Leste adalah belum ada aturan pengolahan limbah, pemerintah Timor Leste tetap menggunakan peraturan yang berlaku untuk mengisi kekosongan hukum mengacu peraturan Lingkungan Hidup di Indonesia yaitu PERMENLH RI No. 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (Lulo, 2015).

Pengolahan biji kopi menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi tidak terlepas dari hasil samping berupa limbah padat dan cair. Limbah cair pabrik kopi mengandung konsentrasi organik, mengandung COD mencapai 17,760-25,018 mg.L⁻¹, BOD mencapai 11,650-16,012 mg.L⁻¹, pH mencapai 5.5-5.6 sehingga perlu dinetralkan dengan kapur, TSS mencapai 1,246.86-1,424.66 mg.L⁻¹ dan TDS mencapai 1,198-1,208 mg.L⁻¹ (Setyorini, 2015). Pengaruh utama limbah organik yang masuk ke dalam air adalah meningkatkan BOD, COD, TSS, dan TDS (Ahmad & Adiningsih, 2019).

Tanaman eceng gondok sangat melimpah di distrik Baucau, sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pengolahan limbah. Eceng gondok mampu mereduksi zat organik (Wang *et al.*, 2013). Hasil penelitian melaporkan bahwa *E. crassipes* mampu membersihkan polutan pada air yang terkontaminasi yang dominan dalam fitoremediasi (Rezania *et al.*, 2016). Peneliti terdahulu menyimpulkan dalam penelitian yang dilakukan bahwa fitoremediasi dengan menggunakan *E. crassipes* dapat diterapkan dalam skala besar (Wang *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian terdahulu, fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* masih perlu diteliti lebih lanjut, khususnya penelitian fitoremediasi *E. crassipes* untuk limbah kopi karena masih terbatas. Residu limbah juga dapat dibuat kompos sebagai produk bersih (nir limbah) sesuai SNI 19-7030-2004 (Novita *et al.*, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan rumpun *E. crassipes* dengan kelompok dosis kapur terhadap penurunan kadar rata-rata BOD, COD serta menganalisis kualitas kompos eceng gondok berdasarkan karakteristik fisik kompos, C/N rasio, P, K, pH, dan suhu menurut SNI 19-7030-2004 (Badan Standarisasi Nasional, 2004).

BAHAN DAN METODE

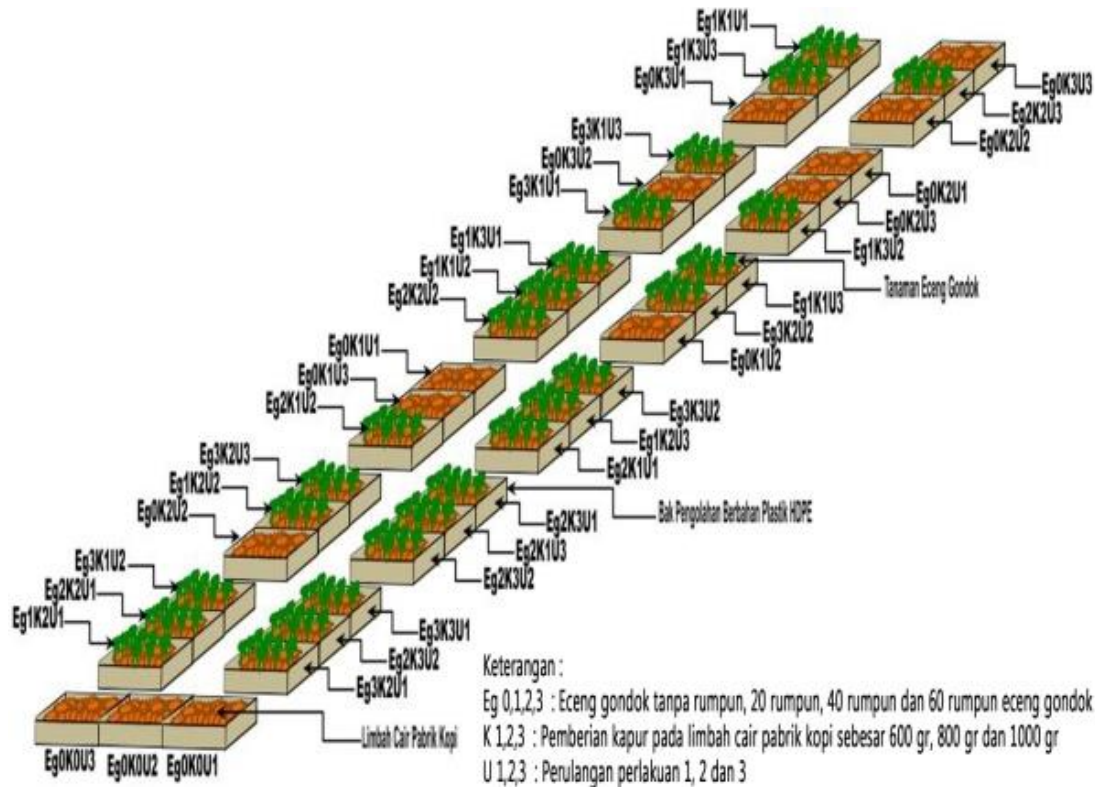
Penelitian dilakukan skala laboratorium pada tahun 2016 menggunakan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur untuk penurunan BOD₅, COD, dan TSS. Limbah yang digunakan adalah limbah cair pabrik kopi yang diambil pada bak pengumpul di PT CCT terletak di Suco Railaco, Ermera, Timor Leste.

Adaptasi Tanaman Eceng Gondok

Tahap adaptasi adalah pengkondisian tanaman agar dapat hidup. Limbah cair mengandung bahan organik melekat pada akar tanaman beradaptasi dalam merombak zat organik di dalam bak pengolahan secara anerobik. Kriteria adaptasi pemilihan tanaman eceng gondok yaitu: berjumlah 3-6 lembar, memiliki panjang daun 3-6 cm, tinggi tanaman 57-67 cm, berat basah 15-20x10⁻³ kg, daun masih segar tidak menguning, dan waktu kontak 5 hari.

Prosedur Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kopi

Bak pengolahan dibuat dari plastik berukuran 150 cm x 75 cm x 25 cm. Bak di isi limbah cair sebanyak 200 L. Rumah naungan berbentuk sungkup dengan ukuran 1,400 cm x 700 cm x 180 cm. Pengukuran pH awal dilakukan pada setiap bak. Tambahkan dosis kapur dan rumpun eceng gondok pada setiap bak dan ukur pH setelah adanya perlakuan limbah cair selama 5 hari. Pengamatan adaptasi tanaman selama 5 hari. Hasil pengolahan limbah cair pabrik kopi secara fitoremediasi, diambil 3 kali pengulangan selanjutnya analisis BOD, COD, dan TSS. Kontruksi bak pengolahan limbah cair pabrik kopi terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi bak pengolahan limbah cair pabrik kopi

Tabel 1. Rancangan Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kopi Secara Fitoremediasi

Perlakuan	Eceng Gondok (Rumpun)											
	0			20			40			60		
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Limbah Cair	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kapur	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Limbah Cair	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kapur	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Limbah Cair	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kapur	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Prosedur Pengomposan

Residu limbah padat eceng gondok dipotong kecil-kecil dengan ukuran kurang dari 5 cm seberat 2 kg. Eceng gondok diletakkan pada wadah berupa baskom kemudian ditambahkan aktivator 1x10⁻¹ L EM-4 dan 1x10⁻¹ L MOL lalu diaduk rata.

Eceng gondok yang telah dicampur oleh aktivator dengan tinggi 15-20 cm dimasukkan ke dalam keranjang lalu diukur suhu awal dengan termometer. Keranjang berisi eceng gondok dan aktivator disimpan ditempat yang jauh dari cahaya matahari.

Kompos diaduk dengan membalikkan keranjang beberapa kali setiap harinya agar suhu komposter merata. Jika kompos tampak kering, maka dapat dilakukan penyemprotan air sumur sebanyak $10-15 \times 10^{-3}$ L agar kelembapan tetap terjaga. Pengamatan penyusutan, warna, tekstur, bau dan suhu kompos dilakukan selama 14 hari, kemudian penghitungan penyusutan kompos dilakukan setelah 14 hari. Tahapan selanjutnya adalah Pengujian rasio karbon dan nitrogen (C/N), kandungan karbon (C), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan pH.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) yang dijelaskan pada Tabel 1. Analisis data dalam hasil pengamatan yang didapatkan diolah secara statistik dengan menggunakan uji ANOVA dan bila berbeda nyata pada $p < 0.05$, dilanjutkan dengan uji beda nyata *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan program SPSS Versi 20.0. Diartikan ada beda nyata dengan yang lain berdasarkan uji DMRT, $\alpha = 0.05$.

Analisis Kesesuaian Kompos

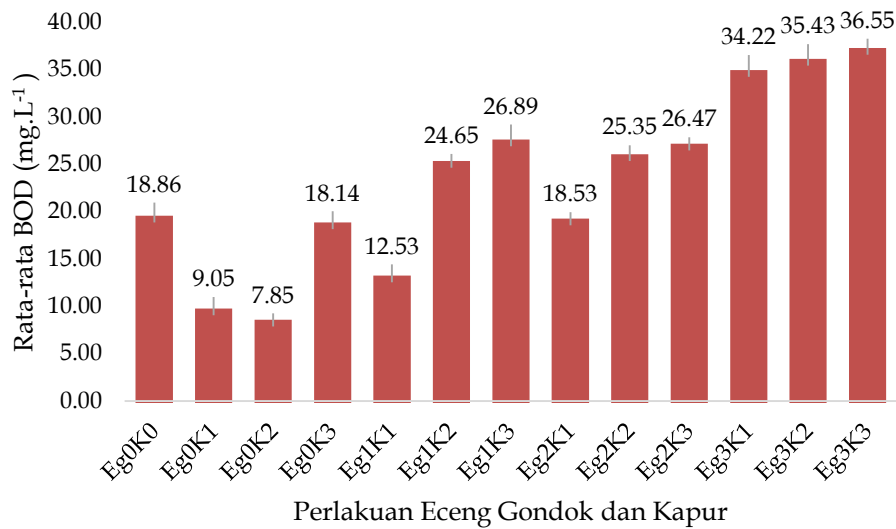
Kemampuan hidup tanaman eceng gondok sebagai limbah baru dalam pengolahan limbah cair pabrik kopi secara fitoremediasi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Limbah diambil secara komposit dari seluruh perlakuan sebanyak 1,080 rumpun dengan berat basah 20.06 kg diambil 10% dari total berat basah. Masing-

masing bak diambil seberat 74.07×10^{-3} kg dan ditimbang sebelum masa fermentasi pengomposan dengan berat total atau 2 kg sebagai berat awal. Kompos dianalisis kelayakannya sebagai produk bersih berdasarkan karakteristik fisik, rasio C/N, P, K, pH dan suhu menurut SNI 19-7030-2004.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar BOD₅

Pengaruh pemberian kapur tanpa rumpun eceng gondok sangat efektif dalam menurunkan rata-rata kadar BOD pada Eg0K2 sebesar 7.85 mg.L^{-1} yaitu hampir 60% dan begitu juga dengan Eg0K1 sebesar 9.05 mg.L^{-1} , sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini sangat berbeda pada perlakuan rumpun eceng gondok dan dosis kapur. Terurainya zat organik oleh bakteri dan peningkatan oksigen dan cadangan karbon dalam larutan secara anaerobik dan aerobik pada Eg1K1 sebesar 12.53 mg.L^{-1} yaitu kurang dari 40%, sedangkan perlakuan lainnya, pengaruh dosis kapur dan rumpun eceng semakin besar volume limbah yang terserap menyebabkan zat organik yang menempel pada akar terlepas kembali dan mengalami peningkatan efisiensi rata-rata BOD.



Gambar 2. Tingkat Kemampuan Perlakuan Jumlah Rumpun Eceng Gondok dengan Kelompok Dosis Kapur Tohor Terhadap Rata-Rata Kadar BOD Pada Limbah Cair Pabrik Kopi

Estimasi perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar BOD

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok (Eg) dengan kelompok dosis kapur (K) terhadap rata-rata kadar BOD dapat dilihat pada Tabel 2, kemiripan jarak rata-rata kadar BOD pada Eg0K2 sebesar 7.85 mg.L⁻¹ (58.38%) dan Eg0K1 sebesar 9.05 mg.L⁻¹ (52.01%) menunjukkan kemampuan efektif. Sedangkan Eg1K1 sebesar 12.53 mg.L⁻¹ (33.56%) sebagai perlakuan terbaik disebabkan peranan tanaman dan mikroorganisme yang dapat menyerap bahan

pencemar melalui akar dan meningkatkan suplai oksigen dan mikroba lebih sering kontak dengan udara menyebabkan kadar BOD mengalami penurunan. Sejalan dengan penelitian (Novita *et al.*, 2021) yang mengungkapkan bahwa penurunan kadar BOD dengan penerapan fitoremediasi eceng gondok sistem *Constructed Wetland* terbukti layak dan efisien untuk mengelola limbah kopi. Selain untuk mengelola limbah kopi, fitoremediasi eceng gondok dengan sistem *Constructed Wetland* dapat menurunkan kadar pencemar pada air limbah industri tapioka (Siswoyo *et al.*, 2020).

Tabel 2. Interpertasi DMRT Eceng Gondok dengan Kapur Terhadap Rata-Rata Kadar BOD

Kemiripan Jarak Perlakuan Eceng Gondok (Eg) dan Kapur (K)	P value	Hasil DMRT
7.8533	P=0.485 > 0.05	Eg0K2 ^a
9.0533		Eg0K1 ^a
9.0533	P=0.051 > 0.05	Eg0K1 ^a
12.5333		Eg1K1 ^{ab}
18.1400		Eg0K3 ^c
18.5333	P=0.693 > 0.05	Eg2K1 ^c
18.8600		Eg0K0 ^c
24.6467	P=0.237 > 0.05	Eg1K2 ^d
25.3467		Eg2K2 ^d
26.4733		Eg2K3 ^d
26.8933		Eg1K3 ^d
34.2200	P=0.204 > 0.05	Eg3K1 ^e
35.4267		Eg3K2 ^e
36.5533		Eg3K3 ^e

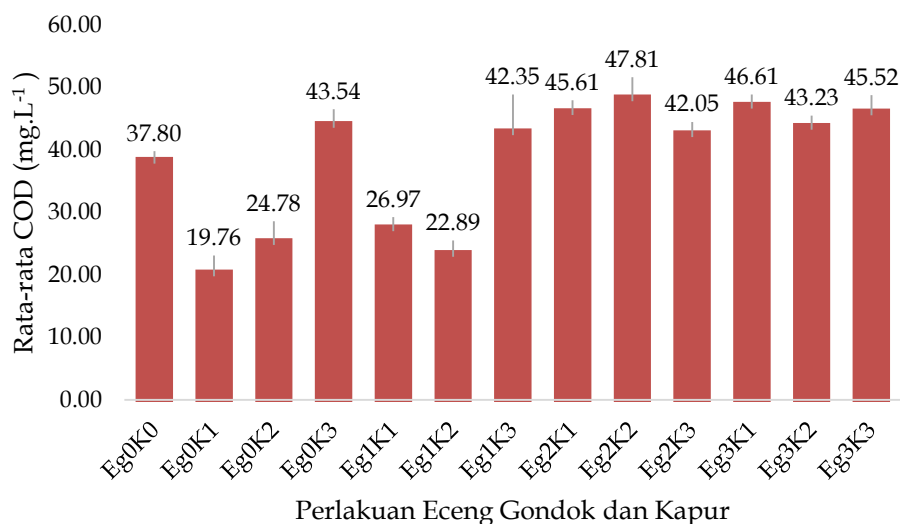
Keterangan : Huruf kecil yang sama dibelakang perlakuan rumpun eceng gondok (Eg) dengan kelompok kapur (K) tidak ada beda nyata dengan yang lain berdasarkan uji DMRT, $\alpha = 0.05$.

Pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar COD

Pengaruh Eg0K1 sebesar 19.76 mg.L⁻¹ (47.72%) dan Eg0K2 sebesar 24.78 mg.L⁻¹ (34.44%) dapat menguraikan zat organik oleh bakteri dengan pemberian kapur dapat dilihat pada Gambar 3. Berbeda pada perlakuan rumpun eceng gondok dan dosis kapur. Terurainya zat organik oleh bakteri mengalami peningkatan oksigen dan cadangan karbon melalui akar secara

anaerobik dan aerobik sehingga menurunkan COD pada Eg1K1 sebesar 26.97 mg.L⁻¹ (28.65%) dan Eg1K2 sebesar 22.89 mg.L⁻¹ (39.44%).

Sedangkan perlakuan lainnya, pengaruh dosis kapur dan rumpun eceng menyebabkan limbah organik yang terserap dan menempel pada akar terlepas kembali sehingga peningkatan efisiensi rata-rata COD dalam larutan.



Gambar 3. Kemampuan Eceng Gondok dengan Kapur Terhadap Rata-Rata Kadar COD

Estimasi perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar COD

Hasil menunjukkan ada pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok dengan kelompok dosis kapur terhadap rata-rata kadar COD yang dapat dilihat pada Tabel 3, kemiripan jarak rata-rata kadar COD pada Eg0K1 sebesar 19.76 mg.L⁻¹ (47.72%) dan Eg0K2 sebesar 24.78 mg.L⁻¹ (34.44%) menunjukkan kemampuan efektif.

Sedangkan Eg1K2 sebesar 22.89 mg.L⁻¹ (39.44%) dan Eg1K1 sebesar 26.97 mg.L⁻¹ (28.65%) sebagai perlakuan terbaik disebabkan peranan tanaman dan bakteri

yang mampu menyerap bahan pencemar. Penelitian (Djo *et al.*, 2017), menunjukkan peningkatan efektivitas fitoremediasi eceng gondok dalam menurunkan kadar COD dari hari pertama hingga hari ke 14. Pengaruh pemberian kapur juga terbukti efektif dalam menurunkan kadar COD pada air limbah *laundry* (Prihatin & Sugiharto, 2021). Selain kapur, NaOCl juga berperan aktif dalam menurunkan COD karena fungsinya sebagai oksidator kuat yang mampu membunuh bakteri dan mengoksidasi bahan organik di dalam limbah cair (Apsari *et al.*, 2019).

Tabel 3. Interpertasi DMRT Eceng Gondok dengan Kapur Terhadap Rata-Rata Kadar COD

Kemiripan Jarak Perlakuan Eceng Gondok (Eg) dan Kapur (K)	P value	Hasil DMRT
19.7600	P=0.131 > 0.05	Eg0K1 ^a
22.8933		Eg1K2 ^a
24.7833		Eg0K2 ^a
26.9667		Eg1K1 ^a
37.8033		Eg0K0 ^b
42.0467		Eg2K3 ^b
42.3533	P=0.052 > 0.05	Eg1K3 ^b
43.2300		Eg3K2 ^b
43.5433		Eg0K3 ^b
45.5233		Eg3K3 ^b
45.6100		Eg2K1 ^b
46.6133		Eg3K1 ^b
47.8067		Eg2K2 ^b

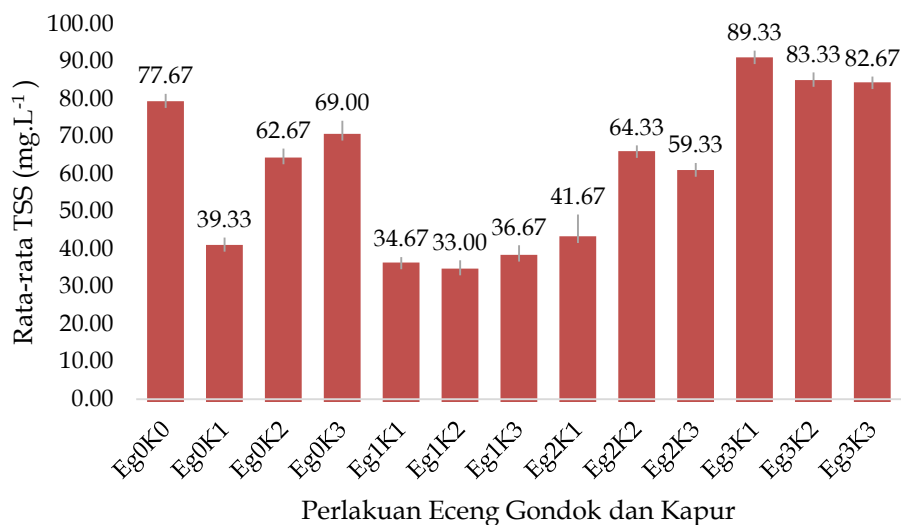
Pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar TSS

Pengaruh pemberian kapur tanpa rumpun eceng gondok sangat ditentukan besarnya dosis kapur yang diberikan dalam menurunkan rata-rata kadar TSS pada Eg0K1 sebesar 33.93 mg.L⁻¹ (49.36%) dibandingkan dengan Eg0K2 dan Eg0K3, dapat dilihat pada Gambar 4. Hal ini sangat berbeda pada perlakuan rumpun eceng gondok dan dosis kapur. Semakin besar dosis kapur dan jumlah rumpun eceng gondok, semakin besar daya serap akar akibatnya volume air semakin menurun menyebabkan, zat organik terlepas kembali pada akar dan meningkatkan efisiensi rata-rata kadar TSS dalam larutan. Pengaruh perlakuan yang memiliki kemampuan terbaik hanya pada Eg1K2 sebesar 33.00 mg.L⁻¹ (52.79%) dan Eg1K1 sebesar 34.67 mg.L⁻¹ (55.36%). Prihatin & Sugiharto (2021)

mengungkapkan bahwa dosis kapur yang efektif dalam penurunan kadar pada air limbah *laundry* yaitu dengan 3.5 g koagulan kapur.

Estimasi perlakuan rumpun eceng gondok dengan dosis kapur terhadap penurunan rata-rata kadar TSS

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan adanya pengaruh perlakuan rumpun eceng gondok dengan kelompok variasi dosis kapur terhadap rata-rata kadar TSS. Berdasarkan analisis DMRT pada Tabel 4, kemiripan jarak rata-rata kadar TSS pada Eg1K1 sebesar 34.67 mg.L⁻¹ (55.36%) sebagai perlakuan terbaik. Eceng gondok diketahui memiliki akar serabut yang bermanfaat untuk menahan padatan limbah, semakin tinggi konsentrasi TSS maka kekeruhan semakin meningkat (Widiyanti *et al.*, 2020).



Gambar 4. Kemampuan Eceng Gondok dengan Kapur Terhadap Rata-Rata Kadar TSS

Kombinasi *E. crassipes* dan kapur terbukti efektif menurunkan kadar TSS pada limbah cair kopi. Selain eceng gondok, tanaman lain yang bermanfaat untuk mengelola limbah cair adalah tanaman kangkung air (Widiyanti *et al.*, 2020). Kangkung air juga efektif digunakan untuk mengatasi limbah

cair kelapa sawit (Abdulsalam *et al.*, 2020). Kedua tanaman ini memiliki akar serabut menahan partikel dan bahan organik, sehingga efektif untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair.

Tabel 4. Interpretasi DMRT Eceng Gondok dengan Kapur Terhadap Rata-Rata Kadar TSS

Kemiripan Jarak Perlakuan Eceng Gondok (Eg) dan Kapur (K)	P value	Hasil DMRT
33.0000	P=0.082 > 0.05	Eg1K2 ^a
34.6667	P=0.082 dan P=0.056 > 0.05	Eg1K1 ^{ab}
36.6667	P=0.082 dan P=0.056 > 0.05	Eg1K3 ^{ab}
39.3333	P=0.082 dan P=0.056 > 0.05	Eg0K1 ^{ab}
41.6667	P=0.056 > 0.05	Eg2K1 ^b
59.3333	P=0.154 > 0.05	Eg2K3 ^c
62.6667	P=0.154 dan P=0.073 > 0.05	Eg0K2 ^{cd}
64.3333	P=0.154 dan P=0.073 > 0.05	Eg2K2 ^{cd}
69.0000	P=0.073 > 0.05	Eg0K3 ^d
77.6667	P=0.108 > 0.05	Eg0K0 ^e
82.6667	P=0.108 dan P=0.060 > 0.05	Eg3K3 ^{ef}
83.3333	P=0.108 dan P=0.060 > 0.05	Eg3K2 ^{ef}
89.3333	P=0.060 > 0.05	Eg3K1 ^f

Kompos Eceng Gondok

Kualitas kompos disajikan pada Tabel 5, dari setiap parameter yang di analisis memiliki C/N rasio sebesar 72.93 sehingga tidak memenuhi kelayakan yang ditetapkan menurut SNI (2004). Kondisi fisik kompos menunjukkan bahwa kompos berbau tanah, bertekstur halus, dan berwarna coklat kehitaman di akhir pengomposan telah

memenuhi standar, dan mengalami penyusutan berat kompos eceng gondok sebesar 82.25% dari berat awal.

Akibat pengaruh rendahnya suhu kompos disebabkan sedikitnya volume tumpukan kompos mengingat penelitian dilakukan dalam skala laboratorium sehingga panas yang terakumulasi rendah. Menurut peneliti (Komarayati *et al.*, 2007),

bahwa tumpukan yang terlalu pendek menyebabkan panas cepat menguap disebabkan karena bahan material yang digunakan tidak mampu menahan panas dan menghindari pelepasan panas.

Dekomposisi bahan organik oleh mikroba mulai berkurang sejalan dengan penyusutan kompos. Dekomposer kompos akhirnya digantikan dengan jamur dan suhu berangsur-angsur mengalami penurunan. Adanya jamur dan penurunan suhu menyebabkan pemanfaatan karbon sebagai sumber energi sangat kecil sehingga perombakan Nnitrogen dan fosfor sangat kecil dengan demikian kualitas kompos eceng gondok berdasarkan SNI 19-7030-2004 (Rhys *et al.*, 2016), belum layak untuk dipergunakan sebagai pupuk untuk tanaman.

Faktor-faktor tingginya C/N rasio pada kompos eceng gondok

1. Suhu dan Waktu Pengomposan Kompos

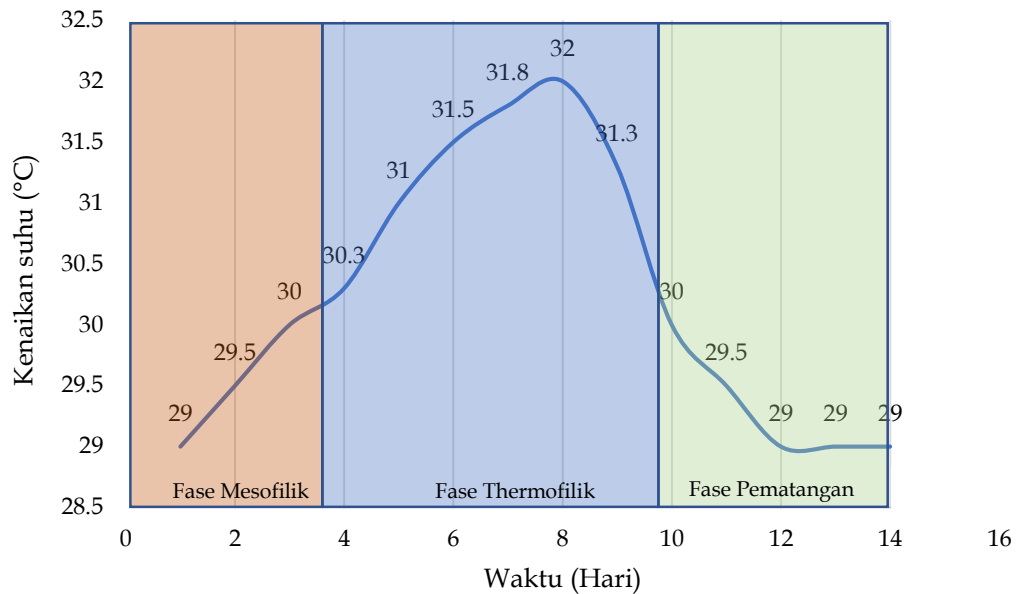
Rendahnya suhu kompos disebabkan sedikitnya volume tumpukan kompos, akibatnya timbunan yang terlalu dangkal akan kehilangan panas dengan cepat, karena bahan tidak cukup untuk menahan panas dan menghindari pelepasannya. Hubungan antara perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$) dengan waktu pengomposan terdapat pada Gambar 5. Kondisi suhu dalam kompos dibagi dalam 3 tahap, yaitu :

- Fase mesofilik, peningkatan suhu pada hari ke-1 sebesar 28.3°C dengan pH 9 (basa) ke suhu lingkungan pada hari 4 sebesar 30°C ditandai keluarnya amoniak (NH_3) yang berbau tidak sedap, aktivitas bakteri sedikit dan dekomposisi digantikan fungsi/jamur.

Tabel 5. Kualitas Kompos Eceng Gondok

No	Parameter	Satuan	Penilaian SNI 19-7030-2004		Hasil Analisis	Kualitas Kompos
			Min	Maks		
1	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$		Suhu air tanah	29	Layak
2	Warna			Kehitaman	Kehitaman	Layak
3	Bau			Berbau tanah	Berbau tanah	Layak
4	pH		6.80	7.49	7.20	Layak
5	Karbon (C)	%	9.80	32	31.36	Layak
6	Nitrogen (N)	%	0.40	-	0.43	Tidak Layak
7	Phospor (P_2O_5)	%	0.10	-	0.37	Tidak Layak
8	C/N-rasio		10	20	72.93	Tidak Layak
9	Kalium (K_2O)	%	0.20	*	2.20	Layak

Keterangan * : Nilai lebih besar dari minimum



Gambar 5. Hubungan Antara Perubahan Suhu (°C) dengan Waktu Pengomposan

- Fase termofilik, dekomposisi kompos sangat dipengaruhi suhu dan volume tumpukan kompos. Hari ke-5 suhu 30.3°C dengan pH 6 berdampak pada penurunan C, N, P, K. Asam-asam organik meningkat dikurangi dengan pembalikan kompos menyebabkan suhu berangsur naik pada hari ke-8 sebesar 32°C dengan pH 8 ditandai keluarnya amoniak (NH₃) yang berbau kurang menyengat sedangkan pada hari ke-9 suhu berangsur turun mencapai 31.3°C dengan pH 7.
- Fase pematangan, dekomposisi bahan organik oleh mikroba mulai berkurang sejalan dengan penyusutan kompos. Dekomposer kompos akhirnya digantikan dengan jamur dan suhu mengalami penurunan pada hari ke-10 dari 30°C dengan pH 7 s/d hari ke-14 menjadi 29°C dengan pH 7.

2. Kondisi C/N Rasio

Mikroba perombak bahan organik memerlukan karbon dan nitrogen dari bahan asal. Karbon dibutuhkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein. Kompos mempunyai rasio C/N 72.93 memanfaatkan

C sebagai sumber energi sangat kecil sehingga kandungan N masih tinggi .

Bahan berkadar C/N tinggi bisa menyebabkan timbunan membusuk secara perlahan karena mikroba utama yang aktif pada suhu rendah adalah jamur. Hal ini menunjukkan kompos eceng gondok harus dicampur bahan yang mengandung rasio C/N rendah, seperti kotoran ternak, menurut penelitian (Tumimbang & Tamod, 2016), kandungan nitrogen total untuk kompos campuran kotoran ternak yang dibuat telah memenuhi SNI 19-7030-2004.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada para penguji di Sekolah Pascasarjana Institut Teknologi Yogyakarta yang telah memberikan masukan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsalam, M., Man, H. C., Yunos, K. F., Abidin, Z. Z., Idris, A. I., & Hamzah, M. H. (2020). Augmented yeast-extract and diary-waste for enhancing bio-decolourization of palm oil mill effluent using activated sludge. *Journal*

- of *Water Process Engineering*, 36(May), 101263.
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101263>
- Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar Bod the Effectiveness of Phytoremediation Method Using Hyacinth Plant and Ipomoea Aquatica in Reduce Levels of Tss and Bod in Tofu Industry Liquid Wa. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31-38. seminar-id.com
- Apsari, N. D. D., Amin, R., Fandeli, C., Aliman, R., Soetrisno, D., Pascasarjana, S., Yogyakarta, I. T., Gedong, J., No, K., Banguntapan, K., Perternakan, F., Mada, U. G., Bulaksumur, J., No, J. F., Depok, K., & Sumberdaya, J. (2019). Aplikasi Natrium Hipoklorit Sebagai Oksidator Limbah Cair Rumah Pematangan Ayam Sodium Hypochlorite. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(2), 1-11.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). Tabel I Standar kualitas kompos. *Sni-19-7030-2004, Cd, 7030*.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137-144.
- Komarayati, S., Mustaghfirin, M., & Sofyan, K. (2007). Kualitas Arang Kompos Limbah Industri Kertas dengan Variasi Penambahan Arang Serbuk Gergaji The qualities of Compost Charcoal Manufactured from Paper-mill Waste with Varying Addition of Charcoal Sawdust. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 5(2), 78-84. <http://ejournalmapeki.org/index.php/JITKT/article/view/265>
- Lulo, L. de D. M. (2015). Protect The Government's Policy Environment in East Timor. In *Research Studies In The City Of Dili* (Vol. 1, Issue December).
- Novita, E., Wahyuningsih, S., & Adinda, C. (2021). Studi Kelayakan Teknik Dan Biaya Terhadap Alternatif Fitoremediasi Pada Air Limbah Pengolahan Kopi. *Agrointek*, 15(2), 513-520. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.9056>
- Novita, E., Wahyuningsih, S., & Soekarno, S. (2014). *Teknologi Penanganan Limbah Cair Untuk Mewujudkan Lingkungan Perkebunan Kopi Rakyat Yang Sehat dan Berkelanjutan Peneliti*.
- Prihatin, S., & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh Variasi Dosis Kapur Terhadap Penurunan Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah Usaha Laundry. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(2 SE-Articles), 58-63. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss2.art2>
- Rezania, S., Taib, S. M., Md Din, M. F., Dahalan, F. A., & Kamyab, H. (2016). Comprehensive review on phytotechnology: Heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 318, 587-599. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.07.053>
- Rhys, R., Harahap, L. A., & Rohanah, A. (2016). Uji Jenis Dekomposer Pada Pembuatan Kompos Dari Limbah Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Mutu Kompos Yang Dihasilkan. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 4(3), 422-426.
- Setyorini. (2015). *Kajian Proses Fitoremediasi Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart.) Solms) pada Berbagai Variasi Konsentrasi Limbah Cair Kopi* (Vol. 5, Issue 9). <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/65388>
- Siswoyo, E., Faisal, F., Kumalasari, N., & Kasam, K. (2020). Constructed Wetlands Dengan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 12(1), 59-67. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.is1.art5>
- Tumimbang, M., & Tamod, Z. E. (2016).

Qualitative Test Content of the Compost Mix Some Dirt Domesticated. *Eugenia*, 22(3), 123-133.

Wang, Z., Zhiyong, Z., Yingying, Z., Junqian, Z., Shaohua, Y., & Junyao, G. (2013). Nitrogen removal from Lake Caohai, a typical ultra-eutrophic lake in China with large scale confined growth of *Eichhornia crassipes*. *Chemosphere*, 92(1), 177-183.

Widiyanti, A., Oktavia, L., & Setiawan, A. (2020). Fitoteknologi Pengolahan Limbah Cair Depo Pemasaran Ikan (DPI) Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic*). *Journal of Research and Technology*, VI(2460), 227-236.

<https://www.journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/280>
<https://www.journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/download/280/289>