

Teknologi Penanganan Limbah Cair Untuk Mewujudkan Lingkungan Perkebunan Kopi Rakyat Yang Sehat dan Berkelanjutan

Peneliti : Elida Novita¹, Sri Wahyuningsih¹, Siswoyo Soekarno¹,
Mahasiswa Terlibat : Setyorini², Akhmad Farisul Firdaus², Wendy Dreifyana²,
Ardhi Putra Manasika², Betty Siska Rukmawati².
Sumber Dana : Penelitian Strategis Nasional, Dirjen Dikti 2014, Depdikbud.

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

ABSTRAK

Kesehatan lingkungan di lingkungan perkebunan kopi rakyat masih menjadi kendala terutama saat panen raya. Perubahan pola pengolahan kopi rakyat dari metode kering menjadi metode semi basah ternyata menimbulkan dampak peningkatan volume limbah cair yang dihasilkan. Pencegahan pencemaran secara ekologis (ramah lingkungan) saat ini berkembang melalui pendekatan fitoteknologi yang dianggap memiliki dampak minimal terhadap lingkungan serta bagian upaya pendekatan sanitasi lingkungan berkelanjutan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah meningkatkan sanitasi lingkungan perkebunan kopi rakyat melalui penerapan konsep nir limbah dan proses penanganan limbah cair pengolahan kopi rakyat yang ramah lingkungan.

Penelitian dirancang untuk dilaksanakan dalam 2 (dua) tahun. Penelitian tahun pertama difokuskan pada tujuan sebagai berikut: (1).mengetahui karakteristik limbah cair proses pengolahan kopi rakyat hasil olah semi basah sebagai dasar penilaian sanitasi lingkungan, (2) merancang unit penanganan limbah sederhana dan aklimatisasi eceng gondok sebagai filter alami yang ramah lingkungan, (3) menentukan perlakuan dan dosis optimum proses koagulasi menggunakan biji kelor sebagai koagulan alami ramah lingkungan.

Teknologi fitoremediasi yang memanfaatkan biji kelor dan eceng gondok telah mampu menurunkan konsentrasi pencemaran limbah cair pengolahan kopi rakyat. Berbagai alternatif ukuran tepung biji kelor yang dicobakan menunjukkan ukuran biji kelor 70 mesh mampu menurunkan hingga 10% COD. Berbagai variasi penanganan menggunakan eceng gondok skala laboratorium menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi COD terbaik pada perlakuan aerasi dan konsentrasi COD di bawah 6000 mg/l. Efisiensi penurunan konsentrasi COD dapat mencapai 96%.

Aplikasi teknologi fitoremediasi eceng gondok dapat diterapkan untuk menangani limbah cair hasil pengolahan kopi rakyat yang umumnya dibuang ke badan air tanpa adanya penanganan terlebih dahulu. Tanaman eceng gondok setelah penanganan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi sehingga tidak menimbulkan masalah lanjutan. Keberadaan limbah padat kulit kopi yang mencapai 60% memiliki potensi bersama-sama eceng gondok menjadi sumber energi.

Kata kunci: kopi rakyat, limbah cair, semi basah, fitoremediasi

Teknologi Penanganan Limbah Cair Untuk Mewujudkan Lingkungan Perkebunan Kopi Rakyat Yang Sehat dan Berkelanjutan

Peneliti : Elida Novita¹, Sri Wahyuningsih¹, Siswoyo Soekarno¹
Mahasiswa Terlibat : Setyorini², Akhmad Farisul Firdaus², Wendy Dreifyana²,
Ardhi Putra Manasika², Betty Siska Rukmawati².
Sumber Dana : Penelitian Strategis Nasional, Dirjen Dikti 2014,
Depdikbud.
Kontak Email : elida_novita@yahoo.com
Diseminasi

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

EXECUTIVE SUMMARY

I. Latar Belakang dan Tujuan Penelitian

Upaya peningkatan mutu kopi rakyat melalui perbaikan proses pengolahan menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan perkebunan. Limbah cair yang dihasilkan tersebut belum ditangani sepenuhnya sehingga dikhawatirkan akan berdampak pada kesehatan masyarakat.

Alternatif penanganan limbah cair proses pengolahan kopi yang ramah lingkungan adalah fitoremediasi. Penerapan fitoteknologi dalam pengolahan limbah cair dapat dilakukan sebagai substitusi pengolahan limbah cair yang menggunakan bahan kimia. Sebagai aplikasi dalam penelitian ini adalah penggunaan biji kelor sebagai pengganti alum yang biasa digunakan untuk penjernihan air. Menurut Sutherland (1990), kelor adalah sejenis tumbuhan yang mengandung zat aktif yang dapat berfungsi sebagai koagulan alami pada proses penjernihan air minum. Rambe (2009), menjelaskan penggunaan biji kelor sebagai koagulan dapat menurunkan kekeruhan limbah cair industri tekstil hingga 70% pada dosis 750 mg/L. Alternatif lain fitoremediasi adalah penggunaan eceng gondok sebagai penyaring air limbah. Menurut Mitchell (1974) dalam Rahmaningsih (2006), menjelaskan bahwa eceng

gondok (*Eichornia crasipes*) merupakan tanaman akuatik yang memiliki kemampuan menyerap senyawa-senyawa kimia dalam perairan.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sanitasi lingkungan perkebunan kopi melalui upaya perbaikan proses penanganan limbah cair proses pengolahan kopi yang memanfaatkan media ataupun bahan baku ramah lingkungan serta menghasilkan produk yang memiliki nilai tambah bagi petani kopi. Penelitian ini juga akan melakukan perbandingan terhadap berbagai alternatif penanganan limbah cair yang memiliki efisiensi optimum dan menghasilkan produk bernilai tambah.

II. Metodologi Penelitian

2.1. Jenis Data, Bahan dan Alat Penelitian

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian meliputi :

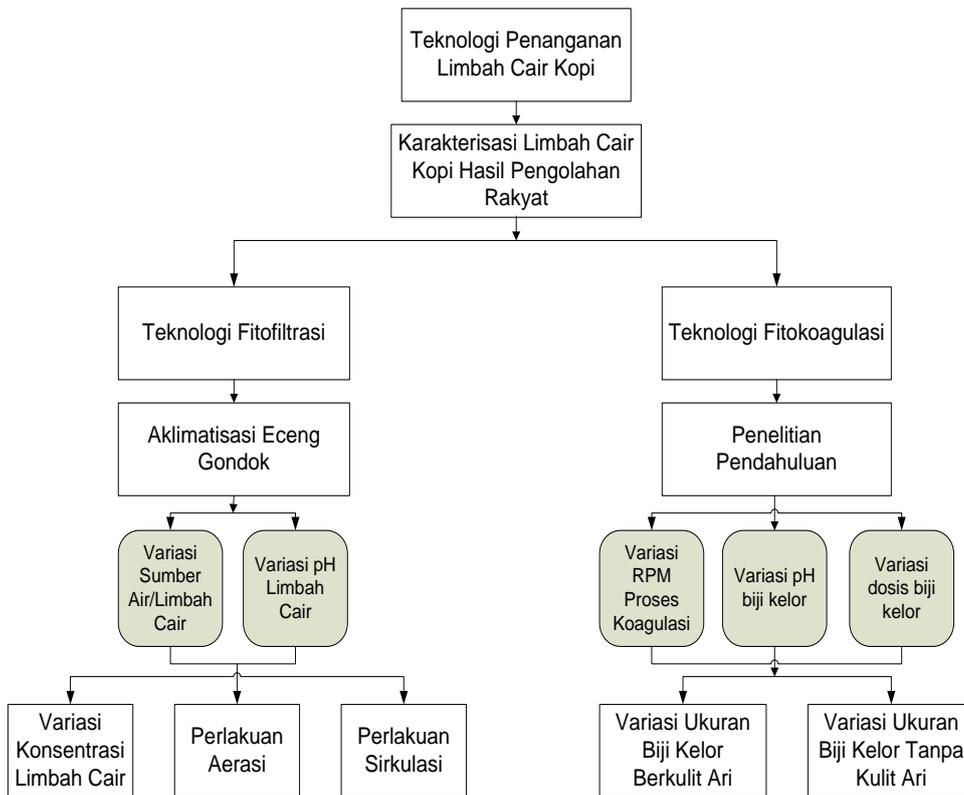
- a) Data Primer : hasil penelitian pendahuluan dan penelitian utama berupa karakteristik limbah cair kopi, nilai RPM jar test dan karakteristik eceng gondok pada perlakuan fitofiltrasi.
- b) Data Sekunder yang dibutuhkan terutama adalah karakteristik biji kelor untuk pemanfaatan biokoagulan dan jenis-jenis penanganan limbah cair kopi berbasis bioremediasi khususnya fitokoagulasi dan fitofiltrasi.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : akuarium kaca, keran, lem PVC, tabung plastik sampel, kayu balok, kayu tripleks, jirigen, kertas saring 0,45 μ , cawan aluminium, oven, botol dan plastik sampel, beaker glass, tabung ukur, turbidimeter, selang, pH meter, reaktor COD, spektrofotometer, neraca analitik, selang sampel, jar test, alat-alat gelas, kamera, alat tulis, bak penampung limbah cair, kolam aklimatisasi eceng gondok, saringan mesh (70, 80, 90, 100, 120, 140 mesh).

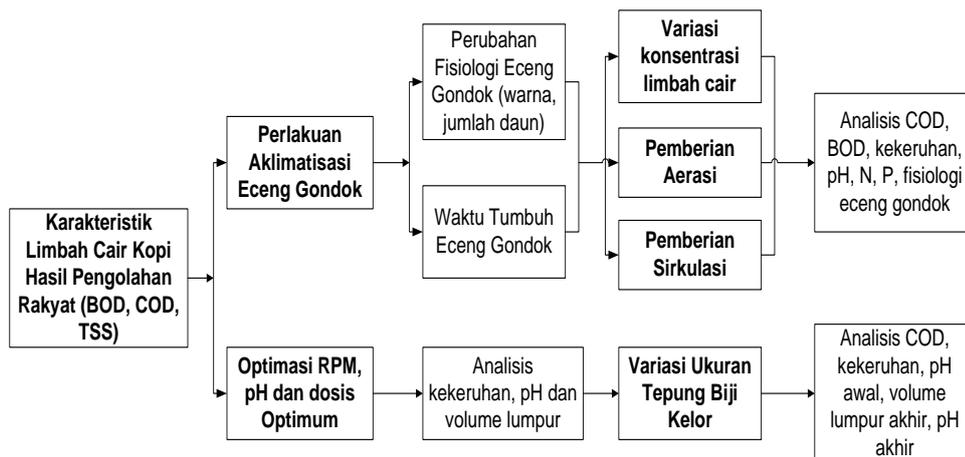
2.2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui dua rancangan penanganan fitoremediasi pada limbah cair kopi yaitu (1) penanganan fitofiltrasi menggunakan eceng gondok, dan (2) penanganan fitokoagulasi menggunakan biji kelor. Penelitian dilakukan dengan ulangan selama masa panen dan analisis contoh secara triplicate. Parameter analisis

limbah cair meliputi BOD (*biochemical oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*), TSS (*total suspended solid*), TDS (*total dissolved solid*), fosfat, total nitrogen, volume lumpur koagulasi, perubahan fisiologi eceng gondok selama penanganan. Secara umum tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Penelitian



Gambar 2. Tahapan Analisis Data

Pengumpulan data primer dilakukan melalui percobaan di laboratorium dan analisis sampel di Laboratorium TPKL Jurusan Teknik Pertanian dan Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, ITS.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Limbah Cair Proses Pengolahan Kopi Rakyat

Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan semi basah pada usaha perkebunan kopi rakyat terutama berasal dari proses pengupasan kulit buah (pulping) dan pencucian biji (washing) setelah fermentasi. Pada umumnya petani membuang limbah cair mereka ke kolam tampungan yang selanjutnya dialirkan ke sungai kecil yang tidak jauh lokasinya dari lokasi proses pengolahan kopi. Karakteristik limbah cair hasil proses pengolahan semi basah disajikan pada Tabel 1.

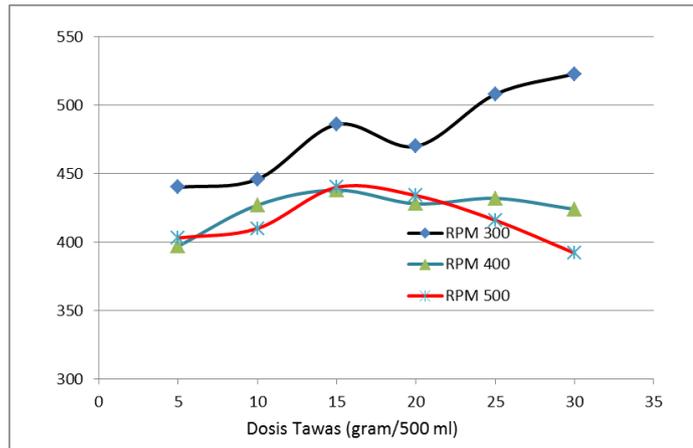
Tabel 1. Karakteristik Umum Limbah Cair Proses Pengolahan Semi Basah

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	4,75	pH meter
2	TSS	mg/L	290,00	Gravimetri
3	TDS	mg/L	236,00	Gravimetri
4	TS	mg/L	526,00	Gravimetri
5	C O D	mg/L O ₂	1.520,00	Refluks
6	BOD	mg/L O ₂	790,00	Winkler
7	Pospat	mg/L PO ₄ -P	2,76	Spektrofotometri
8	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	1,32	Spektrofotometri

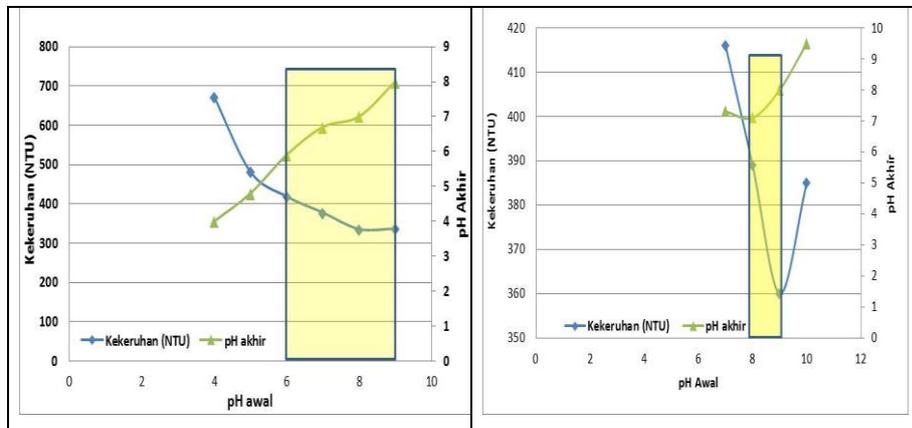
Limbah cair proses pengolahan kopi cenderung memiliki pH asam dengan konsentrasi COD 1520 mg/L. Nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan nilai konsentrasi COD yang dihasilkan dari proses pengolahan semi basah hemat air yang diterapkan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (Novita, 2012).

3.2. Penentuan pH dan dosis optimum fitokoagulasi

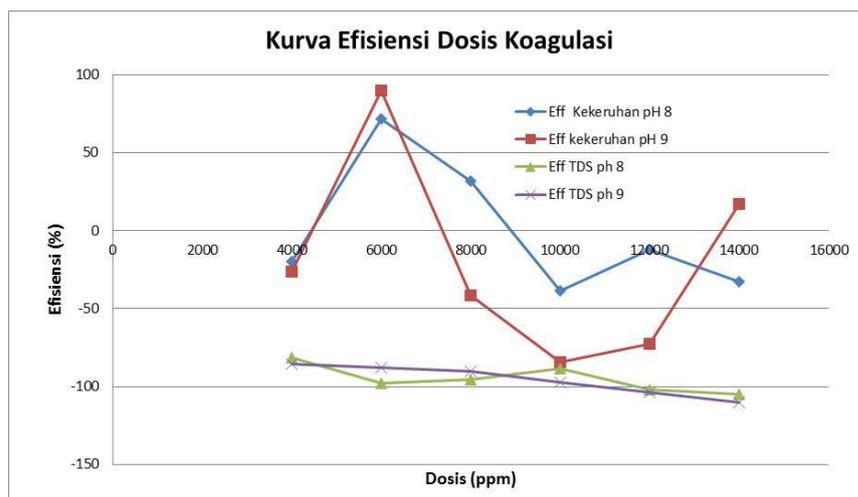
Perlakuan penelitian pendahuluan ini meliputi tahapan penentuan RPM tahap koagulasi, penentuan dosis dan pH larutan optimum. Penentuan RPM yang terbaik pada alat jar test untuk mengetahui tingkat putaran terbaik yang menghasilkan kestabilan proses sehingga diharapkan dapat dihasilkan flok-flok pencemar yang stabil.



Gambar 3. Penentuan RPM optimum



Gambar 4. Penentuan pH optimum proses



Gambar 5. Penentuan Dosis Optimum Proses

Pemilihan kondisi optimum proses ditunjukkan melalui penurunan tingkat kekeruhan pada limbah cair kopi dan peningkatan pH pada rentang pH netral (6,0 – 8,0) (Gambar 4.). Dosis optimum biji kelor ditentukan berdasarkan efisiensi maksimum penurunan tingkat kekeruhan dan TSS (total padatan tersuspensi) yaitu pada dosis 6000 ppm dan pH optimum awal 9,0 (Gambar 5).

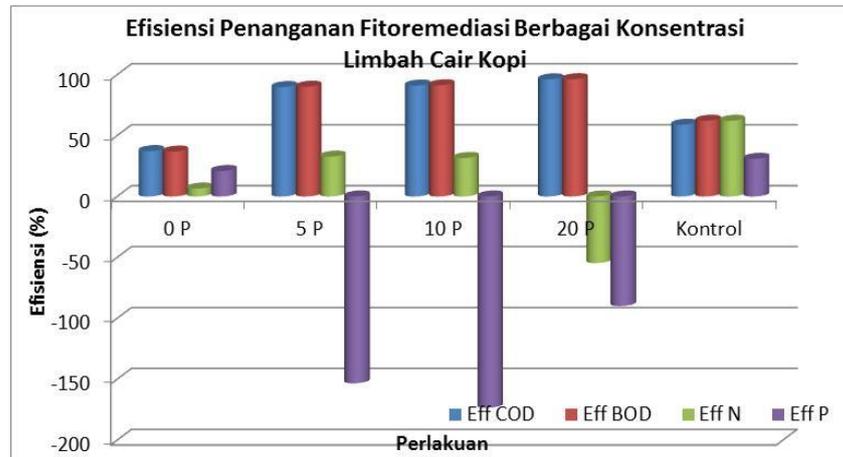
Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperkirakan pada tingkat pH 9,0 dengan dosis 6000 ppm merupakan tingkat optimum penarikan ion-ion positif pada biji kelor oleh partikel limbah cair untuk membentuk lapisan kokoh yang disebut flok-flok dibandingkan tingkat pH lain. Mekanisme ini dapat dijelaskan berdasarkan penjelasan Farouq dan Velioglu (1989), sebagai berikut, partikel-partikel tersuspensi dan koloid tersebut umumnya bermuatan negatif yang kemudian menarik ion-ion positif dalam air. Pada saat ion-ion positif tersebut menyelubungi partikel-partikel koloid, maka ion positif tersebut membentuk lapisan rapat bermuatan yang kokoh. Lapisan kokoh tersebut diselubungi lagi oleh ion-ion yang berlawanan muatannya. Lapisan ini disebut lapisan difusi. Kumpulan ion-ion yang mengelilingi partikel-partikel koloid dan lapisan bermuatan ini disebut lapisan listrik layar ganda (*electrical double layer*). Dengan demikian penanganan koagulasi dan flokulasi dalam kondisi tersebut baik dilakukan untuk menurunkan padatan tersuspensi dan koloid pada limbah cair atau air buangan). Dengan demikian penanganan koagulasi dan flokulasi dalam kondisi tersebut baik dilakukan untuk menurunkan padatan tersuspensi dan koloid pada limbah cair atau air buangan.

3.3. Proses Fitofiltrasi Limbah Cair Kopi

Penelitian fitofiltrasi pada tahap utama adalah perlakuan variasi konsentrasi limbah cair kopi secara batch, perlakuan pemberian aerasi pada limbah cair kopi secara batch dan uji coba perlakuan sirkulasi pada limbah cair kopi.

3.3.1. Variasi Konsentrasi Limbah Cair Kopi

Hasil penelitian pada perlakuan variasi konsentrasi limbah cair kopi disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Efisiensi Pada Berbagai Tingkat Pengenceran Limbah Cair Kopi

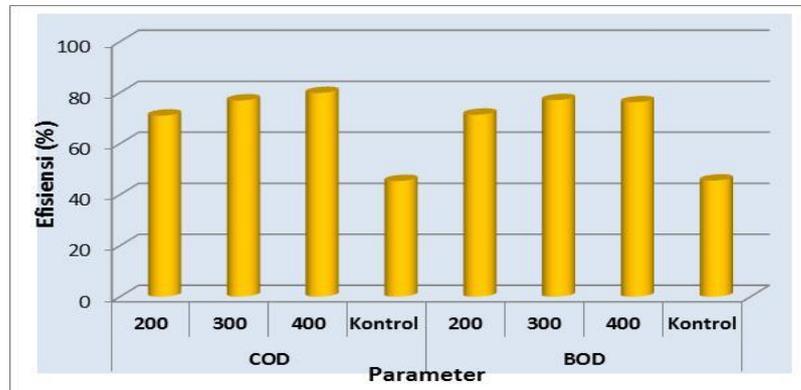
Eceng gondok yang dimanfaatkan untuk penanganan limbah cair kopi menunjukkan kemampuan mereduksi konsentrasi pencemaran bahan organik hingga konsentrasi 6000 mg/L COD. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi bahan organik hingga 90% adalah 14 hari. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kematian eceng gondok atau tingkat pertumbuhan yang menurun hingga stabil pada hari ke-14.

Tingkat keasaman limbah cair (5,6) mampu meningkat ke pH netral dengan penanaman eceng gondok. Parameter kekeruhan pun menunjukkan penurunan dengan adanya perlakuan fitoremediasi. Akan tetapi nilai konsentrasi nitrogen dan fosfor ternyata meningkat seiring dengan proses penyerapan bahan organik limbah cair oleh eceng gondok dan semakin meningkat setelah fase kematian eceng gondok. Eceng gondok menunjukkan fase pertumbuhan yang lebih panjang pada konsentrasi pencemaran bahan organik dari limbah cair yang terendah. Bahkan eceng gondok mampu bertahan hingga hari ke 30 pada tingkat pengenceran limbah cair mencapai 20 kali yang sama dengan tingkat konsentrasi 200 mg/L.

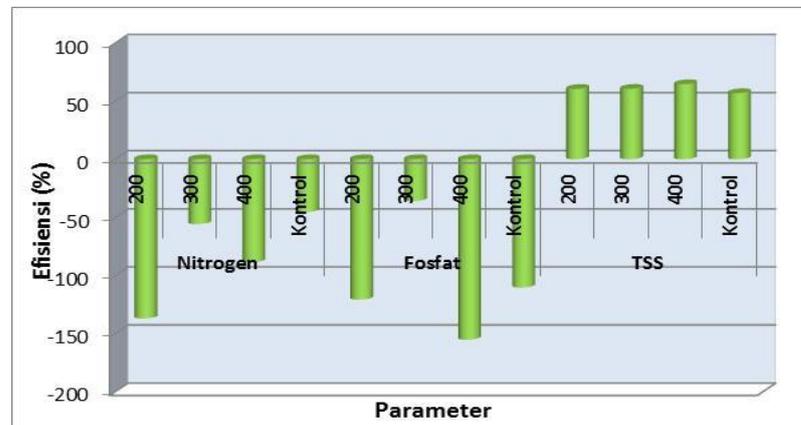
3.3.2. Pemberian Aerasi Pada Fitofiltrasi

Perlakuan aerasi pada proses fitofiltrasi diberikan untuk mengetahui sejauhmana kemampuan eceng gondok menangani pencemaran bahan organik apabila diberikan penambahan oksigen. Pemberian oksigen akan meningkatkan kinerja eceng gondok dan memperpanjang umur hidup eceng gondok. Pada tahap ini

juga diberikan perlakuan pemberian densitas eceng gondok yang berbeda mulai 200 kg, 300 kg dan 400 kg. Hasil penelitian ditampilkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Bahan Organik



Gambar 8. Efisiensi Penurunan Nitrogen, Fosfat dan Padatan Tersuspensi

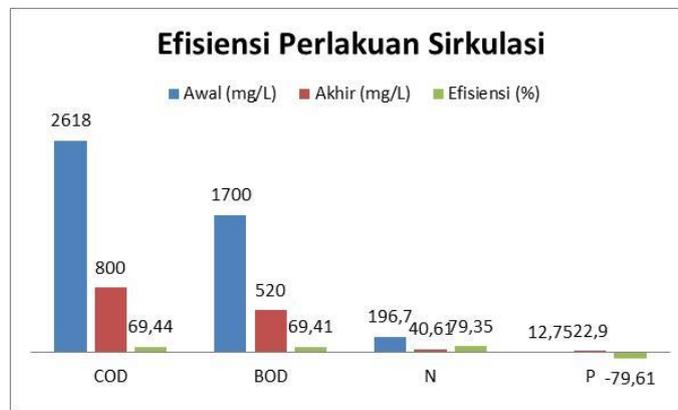
Pemberian jumlah eceng gondok yang berbeda pada proses fitoremediasi menunjukkan hasil cukup signifikan. Densitas eceng gondok dalam akuarium penangan menunjukkan tingkat efisiensi yang berbeda karena lebih banyak akar eceng gondok yang mengabsorpsi bahan organik. Akan tetapi waktu kematian rata-rata perlakuan menunjukkan tingkat yang seragam yaitu 13 hari.

Sebagaimana perlakuan variasi konsentrasi limbah cair, nilai nitrogen dan fosfat dalam air limbah cenderung naik setelah fase kematian karena metabolisme pengeluaran dari eceng gondok. Berdasarkan parameter yang diamati selama penelitian dapat diketahui bahwa pemberian aerasi mampu menurunkan tingkat kekeruhan dan padatan tersuspensi hingga 93%, meningkatkan pH akhir penanganan

hingga 8,0. Eceng gondok juga mampu menurunkan konsentrasi pencemaran pada tingkat COD hingga 5000 mg/L.

3.3.3. Perlakuan Sirkulasi Limbah Cair Kopi

Pemberian aerasi pada fitoremediasi limbah cair kopi mampu membantu meningkatkan pH air limbah. Akan tetapi apabila diterapkan di lapang, maka akan dibutuhkan aerator untuk pemberian oksigen. Upaya lain yang dapat diterapkan di kolam yang telah dimiliki oleh petani adalah dengan melakukan sirkulasi limbah cair kopi untuk mengambil oksigen ke dalam kolam penanganan. Perlakuan sirkulasi dirancang pada skala laboratorium untuk mengetahui dampaknya terhadap eceng gondok dan tingkat konsentrasi limbah cair (Gambar 9).



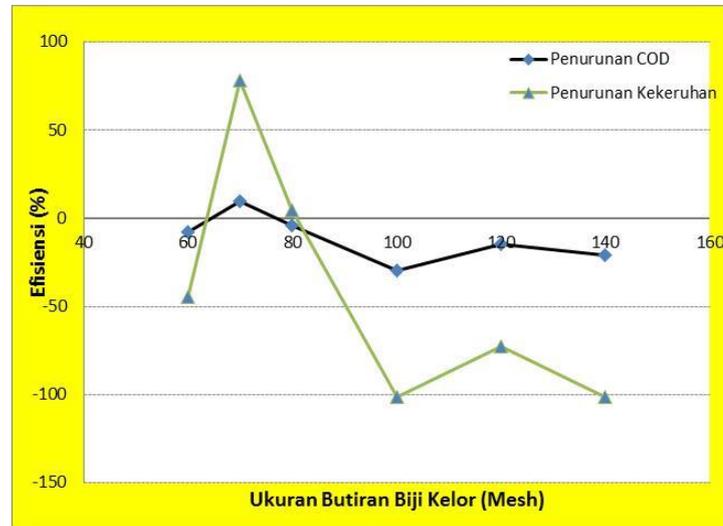
Gambar 9. Efisiensi Sirkulasi Pada Fitoremediasi Eceng Gondok

Sirkulasi diberikan pada tingkatan debit terendah yang dapat dicapai oleh akuarium. Sirkulasi yang dihasilkan dapat diterapkan selama 8 jam/hari. Hasil perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan sirkulasi mampu menurunkan konsentrasi bahan organik hingga 69,41%. Nilai nitrogen menurun hingga 79%, akan tetapi nilai fosfat meningkat hingga 79%.

3.4 Proses Fitokoagulasi Limbah Cair Kopi

Fitokoagulasi adalah pemanfaatan tanaman dalam proses koagulasi. Biji kelor yang digunakan dalam penelitian ini memiliki variasi ukuran yang berbeda untuk mengetahui efektifitas ukuran biji kelor dalam menurunkan konsentrasi pencemaran partikel tersuspensi dalam limbah cair kopi. Variasi ukuran yang

digunakan adalah 60, 70, 80, 100, 120 dan 140 mesh. Adapun dosis biji kelor adalah 6000 ppm dengan pH optimum larutan 9,0. Hasil perlakuan disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Efisiensi Penurunan COD dan Kekeruhan Pada Fitokoagulasi

Ukuran 70 mesh pada tepung biji kelor adalah satu-satunya hasil yang positif dalam menurunkan konsentrasi bahan organik hingga 30% COD dan kekeruhan hingga 80%. Oleh karena itu pemanfaatan biji kelor ini untuk limbah cair kopi tidak disarankan untuk penanganan berikutnya.

Hasil penelitian tahun pertama untuk mencari alternatif teknologi pengolahan limbah cair kopi yang mudah, murah dan efektif menunjukkan kemampuan biji kelor dan eceng gondok. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, biji kelor pada ukuran 70 mesh mampu menurunkan konsentrasi pencemaran hingga 70% (kekeruhan) dan 10% (COD), sedangkan eceng gondok memiliki nilai efisiensi penanganan lebih baik dapat mencapai 96% (COD).

Kemampuan eceng gondok sebagai penyerap pencemar limbah cair kopi ditentukan oleh perlakuan penanganan dan konsentrasi bahan organik limbah cair kopi. Eceng gondok masih mampu menurunkan konsentrasi bahan organik hingga 6000 mg/L COD. Selain itu eceng gondok mampu ditanam langsung di kolam

limbah cair tanpa harus perlakuan netralisasi sebagaimana proses koagulasi biji kelor.

Menurut Valderrama et al. (2002) ; Mishra and Tripatki (2008); Ayyasamy et al. 2009) eceng gondok atau *Eichhornia crassipes* adalah tanaman air terbaik yang diketahui saat ini dalam menurunkan konsentrasi bahan organik dan anorganik limbah cair. Pertumbuhan yang cepat dalam badan air mengharuskan pemanenan eceng gondok yang telah tua. Navarro et al. (2011), memanfaatkan eceng gondok yang telah tua untuk memproduksi biogas melalui fermentasi anaerobik. Biogas merupakan bahan bakar dan sumber energi yang murah. Selain itu bubur/ lumpur hasil proses anaerobik yang kaya akan nitrogen, fosfor dan potasium dapat meningkatkan kualitas tanah pertanian.

Oleh karena itu dibutuhkan pendekatan kombinasi penanganan limbah cair yang tepat agar penerapannya di tingkat petani dapat efektif dilaksanakan. Menurut Srivastava et al.(2008), fitoremediasi merupakan salah satu upaya berharga dalam pencapaian keberlanjutan lingkungan. Banyak tanaman yang secara alami mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang buruk karena kemampuannya untuk menurunkan beban nutrien berlebih di sisi lain menyebabkan eutrofikasi badan air. Tanaman air menyerap ion-ion mineral dan secara tidak langsung berfungsi sebagai perangkap partikulat pada aliran air yang lambat sehingga memudahkan terjadinya sedimentasi partikel tersuspensi. Salah satu tanaman air yang telah banyak diteliti untuk menangani limbah cair adalah eceng gondok

IV. KESIMPULAN

Aplikasi teknologi fitoremediasi dengan eceng gondok menunjukkan hasil yang lebih efektif dibandingkan penggunaan biji kelor. Efisiensi penurunan parameter COD dapat mencapai 96%. Permasalahan yang ditemukan selama penelitian adalah penanganan terhadap tanaman eceng gondok setelah perlakuan fitoremediasi serta adanya lumpur hasil proses koagulasi biji kelor. Tanaman eceng gondok sebagai bahan organik masih mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi sehingga tidak menimbulkan masalah lanjutan. Selain itu limbah padat kulit kopi yang mencapai 60% ternyata masih menimbulkan

permasalahan terutama pada saat panen raya karena membutuhkan waktu untuk dapat terdegradasi apabila dibuang begitu saja di lahan petani.

Selanjutnya di tahun kedua diharapkan aplikasi penanganan limbah cair kopi tersebut dapat diaplikasikan pada skala yang lebih besar (skala pilot plan). Di tahun kedua diharapkan dapat dilakukan upaya peningkatan nilai tambah unit penanganan limbah cair melalui penerapan limbah cair berbasis fitoremediasi yang mampu menghasilkan bioenergi ramah lingkungan.

V. REFERENSI

- Mangkoedihardjo, S. dan Samudro, G. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mulato S, Widyotomo S, Suharyanto E. 2006. *Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Novita, E. 2012. *Desain Proses Pengolahan Pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutherland, J. P., Folkard, G.K. dan Grant W.D. 1990. *Natural Coagulants for Appropriate Water treatment : a Novel Approach*, *J. Waterlines*. 8 (4). 30-32.
- Von Enden, J.C, Calvert, K.C. 2002. *Review of Coffee Waste Water Characteristics and Approaches to Treatment*. New Zealand: Intercargill.
- Widjiatmoko, B. Tanpa Tahun. *Kelor Tanaman Super Kaya Manfaat*. Layar Kata, Yogyakarta.