Penggunaan Air Olahan Limbah Kantin Hasil Perendaman Batang Pisang dan Ampas Teh untuk Pertumbuhan Tanaman Mangkogan dan Puring, Serta Peningkatan Mutu Air Olahan dengan Elektrokimia Termediasi

Christi L. Natanael, Yati B. Yuliyati*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jln. Raya Bandung-Sumedang km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat

*Penulis korespondensi: yatiyuliyati@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n3.16062>

Abstrak: Pertumbuhan tanaman mangkogan dan puring dalam media air olahan limbah salah satu kantin di lingkungan kampus Jatinangor menunjukkan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dalam media air limbah kantin yang tanpa diolah terlebih dulu. Hal ini dapat dilihat dari tumbuhnya akar dan pucuk daun baru. Pengolahan pendahuluan dilakukan dengan memasukkan irisan batang pisang dalam air limbah kantin selama 2 jam. Perlakuan ini berhasil menurunkan jumlah total koloni bakteri yaitu sebesar 57,13%. Selanjutnya dilakukan bioadsorpsi menggunakan ampas teh (10 g/L), proses ini menyebabkan perubahan nilai pH air limbah menuju pH normal. Pada 2 jam bioadsorpsi nilai pH air olahan 5,42; konduktivitas 713 $\mu\text{S}/\text{cm}$; dan COD 291,2 mg/L. Kemudian terhadap air olahan tersebut dilakukan oksidasi elektrokimia termediasi pada beda potensial 6 V selama 20 menit dengan elektrode aluminium. Elektrokimia ini berhasil mendapatkan air olahan dengan nilai pH 6,07, COD 348 mg/L, dan penurunan kekeruhan sebesar 50,71% dengan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{460} . Air olahan limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman khususnya mangkogan dan puring.

Kata kunci: air limbah kantin, adsorpsi, bioadsorben ampas teh, irisan batang pisang, oksidasi elektrokimia termediasi

Abstract: Mangkogan (*Polycias scutellaria*) and puring (*Codiaeum variegatum*) plants grow better in treated waste water obtained from one canteen in Jatinangor campus area. It can be observed from the growth of new roots and tip of new leaves. The Wastewater was treated by soaking banana pseudostem for 2 hours. This treatment decreased the total number of bacterial colonies up to 57.13%. Furthermore, the waste water was treated by bioadsorption process with tea residue (10 g/L) for 2 hours which lead to final pH, conductivity, COD values of 5.42, 713 $\mu\text{S}/\text{cm}$, and 291.12 mg/L, respectively. The wastewater was also treated by mediated electrochemical oxidation processing at 6 volt for 20 minutes with an aluminium electrode. The oxidation process increased the pH to 6.02, COD 348 mg/L and decreased the turbidity up to 50.71% based on UV-Vis spectrophotometer at λ_{460} .

Keywords: canteen wastewater, bioadsorption, teawaste, banana pseudostem, mediated electrochemical oxidation

PENDAHULUAN

Jatinangor sebagai daerah kawasan pendidikan dimana berbagai instansi pendidikan berada, seperti Unpad, ITB, Ikopin, setiap tahunnya menerima ribuan mahasiswa baru. Banyaknya jumlah mahasiswa yang memadati kawasan ini, menyebabkan persediaan akan air bersih semakin berkurang, dan sebaliknya air kotor semakin banyak sebagai akibat kegiatan sehari-hari.

Limbah kantin yang berada di dalam ataupun di wilayah sekitar kampus merupakan salah satu sumber air buangan yang berkontribusi menimbulkan pencemaran di lingkungan jika dibuang dengan tidak diolah terlebih dulu. Sumber pencemar yang mungkin ada dalam limbah kantin, diantaranya: minyak, lemak, deterjen, berbagai garam, serta padatan organik, dan anorganik (Prasetyaningtyas 2014).

Selain itu, terdapat limbah antropogenik lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben seperti ampas teh (*Camellia sinensis*) dan batang pohon pisang (*Musa paradisiaca*) yang tumbuh di halaman kampus.

Getah batang pisang mengandung saponin, tanin, alkaloid, indo alkaloid, flavonoid, kuinon (Salau *et al.* 2010), katekolamin, serotonin, dopamina (Waalkes *et al.* 1958), serta karbohidrat (Anwange 2008). Metabolit sekunder tanaman yang mempunyai aktivitas antimikroba adalah isoflavon, yang merupakan turunan dari flavonoid, diketahui mempunyai fungsi sebagai fitoaleksin atau antimikroba, baik untuk bakteri maupun jamur, sehingga membantu menghambat penyebaran bakteri patogen dalam tanaman (Lincoln & Eduardo 2002).

Teh dilaporkan mengandung hampir 4.000 senyawa bioaktif yang sepertiganya adalah polifenol. Senyawa lain yang terdapat dalam teh adalah alkaloid (kafeina, teofilina, dan teobromina), asam amino, karbohidrat, protein, klorofil, senyawa organik yang volatil, florida, dan berbagai senyawa mineral (Namita 2012). Ampas teh merupakan sisa dari teh yang telah mengalami proses pelarutan dengan air, sehingga serat yang tertinggal lebih dominan berupa serat tidak larut berupa polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) yang terikat oleh lignin membentuk lignin-polisakarida (Galleher *et al.* 1993). Dari penelitian terdahulu menyatakan bahwa ampas teh dapat dijadikan sebagai bioadsorben karena memiliki luas permukaan aktif cukup besar yaitu 27,3 m² (Pratiwi 2014).

Oksidasi elektrokimia termediasi merupakan suatu proses yang melibatkan mediator redoks untuk mengoksidasi dan menguraikan senyawa organik. Elektrode yang digunakan dengan adanya arus listrik searah akan mengalami proses elektro-oksidasi yang berguna untuk menjernihkan air keruh diakibatkan adanya suspensi padat, emulsi, ataupun partikel koloid.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah batang pisang dan ampas teh sebagai bioadsorben alternatif untuk mengolah air limbah kantin dan meningkatkan kualitas mutu air menggunakan metode oksidasi elektrokimia termediasi dengan menggunakan elektrode aluminium yang diambil dari rel gorden bekas. Air olahan diujikan pada tanaman mangkokan (*Polycias scutellaria*) dan puring (*Codiaeum variegatum*) dengan mengamati pertumbuhannya.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian terdiri atas beberapa tahap, yaitu bioadsorpsi menggunakan irisan batang pisang, bioadsorpsi dengan ampas teh, dan dilanjutkan dengan proses oksidasi elektrokimia termediasi (MEO) serta pengujian air hasil pengolahan terhadap ketahanan tanaman.

Bahan

Bahan kimia yang digunakan adalah asam sulfat pekat, besi (II) sulfat, amonium sulfat, indikator difenilamina, kalium dikromat, barium hidroksida, hidrogen peroksida teknis. Untuk penentuan total koloni bakteri digunakan bahan natrium klorida fisiologis 0,9% dan agar nutrien.

Bahan penelitian adalah ampas teh (limbah kantin), irisan batang pisang, elektrode aluminium (rel gorden bekas), dan sampel berupa limbah salah satu kantin di kampus Jatinangor.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, cawan petri, konduktometer Mettler Toledo MP 226, neraca analitis, oven, pH meter

Mettler Toledo MP 220, seperangkat alat refluks, sel MEO, spektrofotometer UV-Vis.

Perlakuan Awal Limbah Kantin

Limbah cair kantin dikumpulkan pada jam makan, bagian atas (lapisan minyak) dibuang, kemudian disaring berulang kali untuk membuang pengotor padatan. Di ukur pH, konduktivitas, dan COD.

Proses perendaman limbah kantin dengan irisan batang pisang

Irisan batang pisang direndam dalam air limbah kantin dengan waktu kontak 2 jam (Natanael & Sulaeman 2015). Diukur pH, konduktivitas, dan total koloni bakteri. Total koloni bakteri dihitung dengan metode angka lempeng total. Sampel dipipet 1mL dan dimasukkan ke dalam NaCl fisiologis 0,9% yang telah dibuat. Setelah itu dilakukan pengenceran sampel 10⁻¹, 10⁻² hingga 10⁻⁵. Tiga sampel pengenceran terakhir yaitu 10⁻³, 10⁻⁴, dan 10⁻⁵ dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Setelah itu dimasukkan 12-15 mL medium agar. Setelah agar menjadi padat, cawan petri diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 35°C.

Bioadsorpsi Limbah Kantin Dengan Ampas Teh

Limbah cair kantin pasca perendaman dengan batang pisang diadsorpsi dengan ampas teh (10 gram/L limbah cair) (Natanael & Sulaeman 2015) dengan variasi waktu kontak yaitu 2, 4, 6, dan 8 jam. Di ukur pH, konduktivitas, dan COD.

Peningkatan Mutu Air Olahan dengan Oksidasi Elektrokimia Termediasi

Sebanyak 100 mL air olahan kantin, 10 mL besi (II) sulfat 1 N dan 0,5 mL hidrogen peroksida 50% dimasukkan kedalam sel elektrolisis (MEO) dengan kedua elektrode aluminium. Kemudian proses MEO dilakukan pada variasi beda potensial 6 dan 9 volt serta variasi waktu yaitu 10, 20, dan 30 menit. Untuk mengikat gas CO₂ yang terbentuk selama proses, ditampung dan diikat dengan larutan barium hidroksida. Hasil proses elektrokimia diukur nilai pH, COD, kekeruhan yang diukur secara spektrofotometri pada λ_{460} .

Pengujian Ketahanan Tanaman Dalam Rendaman Air Limbah Hasil Olahan

Air limbah dan air olahan diaplikasikan terhadap tanaman mangkokan dan puring untuk membandingkan ketahanan dan pertumbuhan bagian tanaman misalnya warna daun, pertumbuhan pucuk daun dan akar baru menggunakan media air keran, limbah yang belum diolah, air olahan setelah direndam dengan batang pisang dan air olahan setelah perlakuan bioadsorpsi dengan ampas teh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran pH, konduktivitas dan COD air limbah kantin sebelum dan sesudah perendaman dengan irisan batang pisang bisa dilihat pada Tabel 1.

Senyawa basa organik seperti alkaloid berkontribusi terhadap peningkatan harga pH demikian juga mineral-mineral dalam air batang pisang juga menyebabkan kenaikan harga konduktivitas air limbah hasil olahan dengan perendaman batang pisang. Selain itu antioksidan seperti flavonoid mempunyai kemampuan untuk menguraikan senyawa organik menjadi komponen yang lebih sederhana. Batang pisang diketahui memiliki kandungan selulosa 63% sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap minyak (Hasibuan dkk. 2012), sehingga harga COD air limbah setelah direndam dengan irisan batang pisang menurun secara signifikan. Selain itu, jumlah total koloni bakteri pada air limbah mengalami penurunan akibat adanya senyawa anti bakteri didalamnya.

Efisiensi rata-rata penurunan bakteri menggunakan irisan batang pisang mencapai 57,13% (Tabel 2).

Batang pisang yang mengandung mineral bercampur dengan senyawa organik flavonoid, dapat bersifat menguraikan senyawa organik pada limbah. Pada Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 nilai kebutuhan oksigen kimia untuk kriteria mutu air kelas IV yaitu sebesar 100 mg/L sedangkan limbah cair kantin sebelum dilakukan pengolahan mempunyai nilai kebutuhan oksigen kimia (COD) 2.207,2 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair kantin tidak memenuhi standar yang ditetapkan yang terdapat pada Tabel 1.

Limbah kantin yang telah dipisahkan dari partikel padatan direndam dengan irisan batang pisang. Perendaman ini bertujuan untuk memisahkan minyak yang terdapat dalam limbah dan menurunkan jumlah bakteri yang terdapat pada limbah cair. Pada batang pisang terdapat senyawa aktif antibakteri seperti saponin, antrakuinon dan kuinon.

Tabel 1. Parameter limbah kantin sebelum dan setelah perendaman dengan irisan batang pisang dengan Kriteria Mutu Air Kelas IV

Parameter	Awal	Setelah perendaman dengan batang pisang	Kriteria Mutu Air Kelas IV*
pH	5,04	5,65	5 – 9
Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	412	548	2.250
COD (mg/L)	2.207,2	783,2	100

*Kriteria mutu air kelas IV yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001

Tabel 2. Hasil uji total koloni bakteri air limbah sebelum dan sesudah perendaman dengan irisan batang pisang

Perlakuan	Sampel	Pengenceran			Jumlah koloni (CFU/mL)	Efisiensi (%)	Efisiensi rata-rata (%)
		10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}			
1	Sebelum	≥ 300	122	32	2.210.000	61,09	57,13
	Sesudah	≥ 300	162	1	860.000		
2	Sebelum	≥ 300	136	59	3.630.000	53,17	
	Sesudah	≥ 300	≥ 300	17	1.700.000		

Tabel 3. Hasil pengukuran pH, konduktivitas, dan COD limbah cair setelah diadsorpsi dengan ampas the

Waktu kontak (jam)	pH	Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	COD (mg/L)
0	5,04	412	783,2
2	5,42	713	291,2
4	5,78	785	873,6
6	5,89	826	728
8	6,03	874	1.164,8

Tabel 4. Hasil uji air olahan setelah mengalami proses oksidasi elektrokimia termediasi

Beda potensial (volt)	Waktu (menit)	pH	COD (mg/L)	Absorbans	Penurunan kekeruhan (%)
6	10	6,02	1.044	0,224	41,96
	20	6,07	348	0,211	50,71
	30	6,07	626,4	0,238	33,61
9	10	6,11	904,8	0,299	6,35
	20	6,21	1.322,4	0,252	26,19
	30	6,17	765,6	0,365	12,87

Tabel 5. Hasil pengamatan terhadap tanaman mangkokan yang direndam dalam air keran, air limbah awal, dan air olahan

Hari ke-	Pengamatan	Air keran	Air limbah	Air olahan setelah direndam batang pisang	Air olahan setelah diadsorpsi ampas teh
0	A1	HT	HT	HT	HT
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
3	A1	HT	HT	HT	HT
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
6	A1	HT	K	HT	K
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
9	A1	HT	K	HT	K
	A2	0	0	0	0
	A3	+	0	+	+
12	A1	K	K	HT	KC
	A2	+	0	0	0
	A3	++	+	+	+
15	A1	K	KC	K	KC
	A2	+	0	0	++
	A3	++	+	+	++

Keterangan :

A1 : Warna daun

K : Kekuningan

KC : Kecokelatan

HT : Hijau tua

A2 : Pucuk daun baru

A3 : Akar baru

0 : tidak terbentuk pucuk daun/akar baru

Proses Bioadsorpsi Limbah Cair Kantin dengan Adsorben Ampas Teh

Pada proses bioadsorpsi terlihat nilai pH semakin meningkat dengan lamanya waktu kontak (Tabel 3). Hal ini dikarenakan banyak dilepaskannya senyawa organik yang masih dikandung oleh ampas teh demikian juga kenaikan konduktivitas diakibatkan

karena dilepaskannya mineral yang terlarut dalam ampas teh.

Waktu kontak menjadi faktor penting dalam penurunan nilai COD. Nilai COD bergantung pada ketidakstabilan struktur senyawa organik yang dikandung material penyerapan dan waktu kontak berpengaruh pada keseimbangan proses penyerapan. (Nova & Endang 2011).

Tabel 6. Hasil pengamatan terhadap tanaman puring yang direndam dalam air keran, air limbah awal, dan air olahan

Hari ke-	Pengamatan	Air keran	Air limbah	Air olahan setelah direndam batang pisang	Air olahan setelah diadsorpsi ampas teh
0	A1	HT	HT	HT	HT
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
3	A1	HT	HT	HT	K
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
6	A1	HT	K	K	K
	A2	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0
9	A1	K	KC	K	K
	A2	0	0	0	0
	A3	+	0	0	+
12	A1	K	0	K	KC
	A2	0	0	0	0
	A3	+	+	+	+
15	A1	K	0	K	KC
	A2	0	0	0	+
	A3	++	+	+	+

Keterangan :

A1 : Warna daun

HT : Hijau tua

K : Kuning

KC : Kecokelatan

A2 : Pucuk daun baru

A3 : Akar baru

0 : tidak terbentuk pucuk daun/akar baru

Hasil Aplikasi Air Limbah dan Air Olahan terhadap Tanaman Mangkogan dan Puring

Hasil pengamatan aplikasi air limbah awal dan air olahan setelah direndam dengan batang pisang selama 2 jam dan yang direndam dalam air olahan setelah diadsorpsi dengan ampas teh selama 2 jam digunakan untuk merendam mangkogan dan puring. Masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Mutu Air Olahan Limbah kantin dengan Metode Oksidasi Elektrokimia Termediasi

Air limbah cair kantin mengalami perubahan nilai pH pada proses MEO, namun tidak memberikan perubahan pH yang signifikan. Penggunaan beda potensial 9 volt dan semakin lama waktu proses mempengaruhi harga COD. Demikian juga dengan besarnya nilai kekeruhan. Untuk penelitian ini, hasil yang terbaik diperoleh pada 6 volt selama 20 menit yaitu memberikan penurunan kekeruhan sebesar 50,71%. Penurunan kekeruhan ini menandakan

kualitas air olahan semakin baik dan sebagian senyawa organik yang terkandung dalam sampel telah terdegradasi.

Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa tanaman mangkogan maupun puring memiliki respons yang baik terhadap air limbah kantin yang telah mengalami pengolahan menunjukkan hasil yang baik air olahan terhadap tanaman. Pada perendaman kedua tanaman dalam air olahan pasca bioadsorpsi dengan ampas teh, mula-mula daun mengalami kelayuan yang ditunjukkan dengan timbulnya warna kecokelatan, namun segera setelah itu muncul pucuk dan juga akar baru. Diduga tanin yang masih banyak dilepas oleh ampas teh (ditandai dengan warna coklat air rendaman) mengakibatkan penyumbatan pada pembuluh kapiler kedua batang tanaman. Dengan demikian diperkirakan suplai air ke daun sedikit berkurang, namun dengan adanya senyawa antioksidan dalam ampas teh, cepat memperbaiki keadaan tanaman, bahkan memicu timbulnya pucuk daun dan juga akar baru. Pertumbuhan dan ketahanan

tanaman mangkogan sedikit lebih baik dibandingkan puring. Hal ini terlihat dari munculnya akar dan pucuk baru yang lebih banyak dibandingkan tanaman puring.

KESIMPULAN

Air olahan limbah kantin dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman mangkogan dan puring dilihat dari kesegaran daun, warna daun, jumlah daun, dan bertambah panjangnya akar tumbuhan.

Air olahan limbah kantin setelah dilakukan proses oksidasi elektrokimia termediasi mengalami penurunan kekeruhan, sehingga diharapkan dapat dimanfaatkan lebih jauh misalnya untuk air pendingin kondensor di laboratorium kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fathia Rana Ayumadya yang banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhwange, B.A. (2008). Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Journal of Food Technology*. 6(6): 263-266.
- Gallagher, D.D., Hassel, C.A. & Lee, K.J. (1993). Relationships between viscosity of hydroxypropyl methylcellulose and plasma cholesterol in hamsters. *The Journal of Nutrition*. 123(10): 1732-1738.
- Lincoln, T. & Eduardo, Z. (2002). *Plant Physiology*. 3rd ed. Sinauer Associates. Sunderland.
- Namita, P., Mukesh, R. & Vijay, K.J. (2012). *Camellia sinensis* (Green Tea): A Review. *Global Journal of Pharmacology*. 6(2): 52-59.
- Natanael, C.L. & Sulaeman, A.P. (2015). Respon Air Olahan Limbah Cantinamipa dengan Perendaman Batang Pisang dan Ampas Teh Terhadap Tanaman Mangkogan. *Chimica et Natura Acta*. 3(1): 42-47.
- Prasetyaningtyas, P. (2014). Pengolahan Limbah Cantinamipa dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Batang Pisang dan Ampas Teh. Skripsi. Fakultas MIPA. Universitas Padjadjaran.
- Pratiwi, N.A. (2014). Penurunan Konsentrasi Tembaga dan Asam Asetat dalam Limbah Laboratorium Kimia Universitas Padjadjaran dengan Penggunaan Ampas Teh. Skripsi. Fakultas MIPA. Universitas Padjadjaran.
- Salau, B.A., Ajani, E.O., Akinlolu, A.A., Ekor, M.N. & Soladoye, M.O. (2010). Methanolic Extract of *Musa sapientum* Sucker Moderates Fasting Blood Glucose and Body Weight of Alloxan Induced Diabetic Rats. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*. 1(1): 30-35.
- Waalkes, T.P., Sjoerdsma, A., Creveling, C.R., Weissbach, H. & Udenfriend, S. (1958). Serotonin, Norepinephrine, and Related Compounds in Bananas. *Science*. 127(3299): 648-650.
- Yuliasari, N., Miksusanti, M. & Setiyowati, E. (2011). Penurunan Kebutuhan Oksigen Kimiawi Limbah Jemputan Menggunakan Lumut Hati. *Jurnal Penelitian Sains*. 14(1): 1410729 - 1410732