EFEKTIFITAS KARBON AKTIF KULIT UBI KAYU DALAM MENURUNKAN KADAR BOD AIR LIMBAH PABRIK TEPUNG TAPIOKA TAHUN 2015

Heri Shatriadi
Dosen Program Studi DIII Kesehatan Lingkungan STIKes Muhammadiyah Palembang
E-mail: psklmuhplg@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kulit ubi kayu merupakan limbah padat yang mengandung karbon aktif yang mempunyai daya serap/adsorbsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kadar BOD air limbah pabrik tepung tapioka tahun 2015. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2015. Desain penelitian yang digunakan Quasi experiment dengan perlakuan penambahan karbon aktif kulit ubi kayu sebanyak 20 gr, 40 gr, 60 gr dan kontrol (0 gr) sebanyak 330 ml pada setiap perlakuan dilakukan 6 kali pengulangan.
Dari hasil penelitian diperoleh kadar BOD pada 0 gr (kontrol) sebanyak 1032 mg/l, dosis 20 gr sebanyak 368,9 mg/l, 40 gr sebanyak 201,6 mg/l dan 60 gr sebanyak 147,4 mg/l. Berdasarkan hasil analisis bivariat dengan uji regresi linear sederhana menunjukkan bahwa ada pengaruh penurunan kadar BOD air limbah pada berbagai konsentrasi karbon aktif kulit ubi kayu sebelum dan sesudah perlakuan p value = 0,000 < 0,050.

Kata Kunci : Limbah Cair Pabrik, Karbon Aktif Kulit Ubi Kayu, BOD

ABSTRACT

Cassava peel is crammed waste which consists of active carbon which also has high absorbing power to the liquid materials. The purpose of this research is to figure out the effectiveness of active carbon off cassava's peel in decreasing BOD of waste water from tapioca flour factory in 2015. The research design which will e used in this research is Quasy experimental design by adding active carbon of cassava's peel is up to 20 grams, 40 grams, 60 grams and control (0 gram) to 330 ml in every treatment 6 times repetition.
From the result of this research, we infer that BOD conscience in 0 gr (control) is 1032 mg/1, the dose is about 368,9 mg/1, 40 gr is 201,6 mg/1 and 60 gr is up to 147,4 mg/1. According to bivariate analysis with simple linear regretion experiment shows that there is the effect in decreasing the BOD waste water to every concentrate of active carbon of cassava's peel before and after the treatment p value = 0,000 < 0,050.

Keywords : Waste water, Activated Carbon Cassava Peel, BOD

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan masyarakat akan produk pangan semakin meningkat, sehingga dapat memicu pertumbuhan industri terutama pada industri pangan berskala kecil. Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan kebutuhan pendapatan dan ekonomi yang ditandai dengan meningkatnya kebutuhan tenaga kerja, meningkatnya devisa negara serta teknologi baru. Sektor industri juga memberikan dampak yang

negatif berupa limbah industri yang bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan mengganggu keseimbangan lingkungan, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak dapat tercapai (Hamrad, 2007).

Salah satu jenis industri pangan di Indonesia yang menghasilkan limbah yaitu pabrik tepung tapioka. Pabrik tepung tapioka merupakan salah satu industri pangan yang banyak menggunakan air dalam proses pembuatannya. Setiap ton ubi kayu dibutuhkan 6-9 m^3 air dalam proses pengolahannya terutama pada proses pencucian, pemarutan, penyaringan dan pengendapan. Air buangan ini banyak mengandung bahan-bahan organik dan total solid yang cukup tinggi. Apabila pembuangan air limbah langsung kebadan air dengan kadar BOD yang melebihi kadar maksimum 200 ml/L dapat menurunkan jumlah oksigen dalam air sehingga dikhawatirkan dapat mengganggu kehidupan biota air yang lebih membutuhkan oksigen untuk hidup (KepMenLH No. KEP-51/MENLH/10/1995).

Selain limbah cair pabrik tepung tapioka juga menghasilkan limbah padat berupa kulit ubi kayu dan ampas. Sejauh ini limbah padat masih belum maksimal di manfaatkan masyarat. limbah kulit ubi kayu dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif.

Karbon aktif adalah mempunyai daya serap/adsorbsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih tinggi dari adsorban-adsorban yang lain sehingga dapat mengadopsi lebih banyak molekul.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Farida Hanum Rajagukguk tahun 2011 menunjukkan bahwa karbon aktif kulit ubi kayu dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 87,3% dan 96,7% TSS pada limbah tepung tapioka. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif kulit ubi kayu mampu menyerap BOD yang ada pada air limbah.

Pengolahan limbah cair tepung tapioka dengan memanfaatkan limbah padat kulit ubi kayu yang dijadikan karbon aktif merupakan salah satu alternatif sehingga limbah padat dan cair dari pabrik tapioka dapat di olah agar limbah yang dikeluarkan dari pabrik tapioka memenuhi standar baku mutu limbah cair. Limbah padat yang biasanya tidak diolah dengan baik ternyata dapat dijadikan sebagai pengolah limbah cairnya. Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang efektifitas karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kadar BOD air limbah pabrik tepung tapioka.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan regresi linear

sederhana dengan satu faktor perlakuan yaitu perbedaan berat karbon aktif yaitu 20 g, 40 g, dan 60 g dan kontrol dilakukan 6 kali pengulangan sehingga sampel berjumlah 19. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Mei 2015.

Pengambilan sampel limbah cair tapioka diperoleh satu pabrik tepung tapioka di desa Cit Bangka. Untuk pembuatan arang aktif dan analisis penurunan kadar Bod limbah cair tapioka dilakukan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Kab. Bangka Belitung.

Bahan yang digunakan adalah limbah cair industri tapioka, kulit ubi kayu jenis cassesa yang berwarna putih, larutan NaOH 15 %, HCl 1 N, Aquades. Alat-alat yang digunakan adalah alat–alat gelas laboratorium, Neraca analitik, dry Head Oven (DHO), cawan petri, pipet volum, pastel UV, inkubator BOD, botol winkler, pipet ukur, jerigen, botol sampel, label, filter wol, kran, botol plastik, lem plastik, selang. Cara kerja kulit singkong dibersihkan ambil kulit yang berwarna putih potong ukuran 5x5mm, keringkan dengan dijemur di bawah sinar matahari, setelah kering kulit singkong direndam dalam larutan KOH 15 % selama 5 jam dan ditiriskan, masukkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 500C dan naikkan suhu 2500C selama 12 jam dicuci dengan larutan HCl 1 N, aquades panas dan dingin sampai netral. Tiriskan dan keringkan dalam oven dan keluarkan timbang karbon aktif dengan berat sebanyak 20 gram, 40 gram, dan 60 gram. Sampel limbah cair tapioka sebanyak 330 ml kemudian diberi perlakuan

berbagai berat arang aktif sesuai dengan unit penelitian. Lalu diuji kadar BOD. Data yang diperoleh adalah data peningkatan kualitas limbah cair tapioka meliputi besarnya penurunan kadar BOD. Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan sampel akan dianalisa dengan uji regresi linear sederhana dengan beberapa persyaratan uji linear sederhana.

HASIL PENELITIAN

1. Hasil Uji Univariat

Hasil pemeriksaan kandungan BOD limbah pabrik tepung tapioka pada setiap pengulangan selama penelitian dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kadar BOD

Pengulangan	Satuan	Perlakuan Dosis			
		0 (Kontrol)	1 (20 gram)	2 (40 gram)	3 (60 gram)
P1	mg/l		332,4	165,6	157,2
P2	mg/l	1032	270,4	196,8	156
P3	mg/l		486,6	229,2	136,8

Pengulangan	Satuan	Perlakuan Dosis			
		0 (Kontrol)	1 (20 gram)	2 (40 gram)	3 (60 gram)
P4	mg/l		480,1	173,2	145,1
P5	mg/l		311,1	218,1	158,7
P6	mg/l		326,8	226,8	130,8
Rata-rata	mg/l	1032	367,9	201,6	147,4
Penurunan	(%)	0	64,35	80,90	85,17
Maksimum	mg/l	1032	486,6	229,2	158,7
Minimum	mg/l	1032	270,4	165,6	130,8

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa kandungan BOD pada limbah cair pabrik tepung tapioka sebelum perlakuan adsorbsi dengan karbon aktif kulit ubi kayu didapatkan hasil 1032 mg/l, kemudian setelah perlakuan diperoleh kandungan BOD terendah pada dosis 20 gram terjadi penurunan dengan rata-rata 368,9 mg/l, dosis 40 terjadi penurunan dengan rata-rata 201,6 mg/l dan dosis 60 gram terjadi penurunan dengan rata-rata 147,4 mg/l.

2. Hasil Uji Bivariat

a. Uji Hipotesis regresi linier sederhana

Hasil analisis uji regresi linear sederhana pada efektivitas karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kandungan BOD dalam limbah cair pabrik tepung tapioca dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis uji regresi linier sederhana

Variabel	R	R^2	Persamaan Garis	P *Value*
Karbon Aktif	0,864	0,715	BOD=460.767-5.537*Karbon Aktif	0,000

Nilai koefisien dengan determinan 0,715 artinya, persamaan garis linear yang kita peroleh dapat menerangkan 71,5 % variasi penurunan kandungan BOD atau persamaan garis yang diperoleh cukup baik untuk menjelaskan variabel penurunan kadar BOD. Hasil uji statistik regresi linear didapatkan nilai P Value = 0,000 < α = 0,050, maka kesimpulannya ada pengaruh pada pemberian berbagai dosis kulit ubi kayu terhadap kandungan BOD limbah cair pabrik tepung tapioka.

b. Hasil Hipotesis Tabel Anova

Untuk dapat mengetahui pengaruh tersebut signifikan atau tidak selanjutnya dilakukan uji F. Dengan taraf signifikan 95% (α = 0,050) hipotesis diterima bila Fhitung < Ftabel (α ; k ; n-k-1) begitu sebaliknya pada hipotesis ditolak.

Tabel 3. ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	147142.453	1	147142.453	40.228	.000a
	Residual	58523.227	16	3657.702		
	Total	205665.680	17			

a. Predictors: (Constant), KarbonAktif

b. Dependent Variable: BOD

Berdasarkan analisa tabel anova di atas dapat dilihat nilai Fhitung sebesar 40.228 dan Ftabel (α ; k ; n-k-1) = Ftabel (0,05; 1; 18-1-1) = F tabel (0,05;1;16) = 4.49. artinya Ho ditolak karena Fhitung > Ftabel yaitu 40.228 > 4.49 artinya ada pengaruh yang signifikan pada penambahan karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kadar BOD air limbah pabrik tepung tapioka.

c. Hasil Hipotesis tabel Coefficients

Hasil output pada tabel koefisien menjelaskan model persamaan regresi yang diperoleh dengan koefisien konstanta dan koefisien variabel yang ada di kolom Unstandardized Coefficients B. Adapun hasil output dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Coefficients[a]

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	460.767	37.715		12.217	.000
	Karbon Aktif	-5.537	.873	-.846	-6.343	.000

a. Dependent Variable: BOD

Berdasarkan hasil output diatas model persamaan regresinya adalah:

Y = a + b X, maka

Y = 460.767-5.537 X atau BOD = 460.767-5.537 Karbon Aktif

Artinya bahwa karbon aktif kulit ubi kayu berpengaruh positif dalam menurunkan kandungan BOD dalam air limbah pabrik tepung tapioka. Berdasarkan persamaan tersebut interpretasinya adalah a = 460.767 jika karbon aktif kulit ubi kayu tetap (tidak mengalami perubahan) maka nilai kadar BOD sebesar 460.767. b = -5.537 menyatakan bahwa terjadi penambahan karbon aktif kulit ubi kayu sebanyak 1 point maka nilai kandungan BOD mengalami penurunan sebesar -5.537. Artinya ada perbedaan yang bermakna pada berbagai konsentrasi terlihat bahwa koefisien regresi dari masing-masing variabel independen bernilai positif. Sehingga bila terjadi penambahan karbon aktif maka dapat menurunkan nilai BOD air limbah pabrik tapioka.Berdasarkan persamaan

regresi yang telah di analisis dengan SPSS di dapat persamaan Y = 460.767-5.537 X. Maka dapat dilakukan stimulasi hasil percobaan konsentrasi yang tidak diteliti dari penelitian dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Stimulasi Pengaruh Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar BOD dengan Berbagai Konsetrasi

Persamaan Regresi : Y = 460.767-5.537 X	
X	**Y**
20	350.027
25	322.342
30	294.657
35	266.972
40	239.287
45	211.602
50	183.917
55	156.232
60	128.547
65	100.862

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwa perkiraan dari beberapa jumlah karbon aktif yang berpengaruh untuk menurunkan kadar BOD dalam limbah cair pabrik tepung tapioka. Sehingga simulasi ini dapat di jadikan sebagai perhitungan jumlah karbon aktif kulit ubi kayu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar BOD. Jika X jumlah karbon aktif kulit ubi kayu yang dibutuhkan untuk menurunkan BOD. Maka Y adalah kisaran kadar BOD bila ditambahkan karbon aktif kulit ubi kayu sebesar X.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kulit ubi kayu yang dibuat karbon aktif dapat dijadikan alternatif untuk menurunkan kadar BOD, ini terlihat dari penurunan kadar BOD dari dosis penelitian yang dilakukan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.

Berdasarkan hasil pemeriksaan pada tabel 1 menunjukkan rata-rata penurunan tingkat kandungan BOD pada limbah cair pabrik tepung tapioka yaitu, P0 (kontrol) penurunannya yaitu 1032 mg/l, P1 (20 gram karbon aktif kulit ubi kayu) rata-rata penurunannya yaitu 368,9 mg/l, P2 (40 gram karbon aktif kulit ubi kayu) rata-rata penurunannya yaitu 201,6 mg/l, dan P3 (60 gram karbon aktif kulit ubi kayu).

Penurunan kandungan BOD tertinggi pada air limbah pabrik tepung tapioka pada P1 (20 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan tertinggi yaitu 486,6 mg/l, P2 (40 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan tertinggi yaitu 229,2 mg/l, dan (60 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan tertinggi yaitu 158,7 mg/l.

Penurunan kandungan BOD terendah pada air limbah pabrik tepung tapioka pada P1 (20 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan terendah yaitu 276,4 mg/l, P2 (40 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan terendah yaitu 165,6 mg/l, dan (60 gram karbon aktif kulit ubi kayu) penurunan terendah yaitu 130,8 mg/l.

Dosis efektif dari karbon aktif kulit ubi kayu adalah 60 gram diketahui penurunan kandungan BOD dalam limbah cair tepung tapioka dari 1032 mg/l menjadi 147,4 mg/l. Penurunannya sebesar 884,6 mg/l dengan persentase penurunan kadar BOD 85,17%. Jadi kemampuan karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kadar BOD pada dosis 60 gram adalah 147,4 mg/l (85,17%).

Pada penelitian ini membuktikan bahwa terjadi proses adsorbsi karena fungsi dari karbon aktif yang menandung 59,31 karbon yang dapat mengikat zat-zat

organik sehingga terjadi penurunan kadar BOD. Oleh karena itu kadar BOD pada air limbah pabrik tepung tapioka menurun setelah perlakuan dengan karbon aktif kulit ubi kayu karena zat-zat organik itu diserap oleh pori-pori karbon aktif dari kulit ubi kayu (Jannati, 2009).

Semakin banyak arang aktif yang digunakan maka akan semakin banyak pula zat-zat organik yang dapat masuk ke dalam pori-pori arang aktif. Zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair tapioka yang telah diadsoprsi oleh pori-pori arang aktif akan berkurang jumlahnya sehingga akan menurunkan kadar BOD pada limbah tapioka (Nastiti, dkk :2015)

Proses ini terjadi pada saat penyaringan berlangsung dimana proses penyerapan zat-zat organik oleh karbon aktif kulit ubi kayu dalam air limbah. Tapioca dapat terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara muatan positif dan muatan negatif. Dalam hal ini, yang mempunyai muatan positif adalah karbon aktif kulit ubi kayu sedangkan bermuatan negatif adalah limbah tapioka yang banyak mengandung protein dan karbohidrat yang mempunyai gugus amino bermuatan negatif.

Limbah tapioka juga mengandung bakteri yang mengandung protein (asam nukleat) bermuatan negatif. Oleh karena gaya tarik-menarik antara molekul karbon aktif dengan molekul limbah terjadi sehingga proses penyerapan padatan-padatan air limbah pun dapat berlangsung (Hanum,2001).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang "Efektifitas karbon aktif kulit ubi kayu dalam menurunkan kadar BOD air limbah pabrik tepung tapioka tahun 2015." yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karbon aktif dari kulit ubi kayu sangat efektif untuk menurunkan kadar BOD limbah cair pabrik tepung tapioka.
2. Dosis efektif dalam menurunkan kadar BOD air limbah pabrik tepung tapioka adalah 60 gram dengan penurunan rata- rata 147,4 mg/l dengan persentase 85,17%.

Saran

Dari hasil penelitian tersebut, maka penelitian mengemukakan saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat meneliti efektifitas peggunaan karbon aktif kulit ubi kayu dari dosis yang paling optimum, penambahan ruang lingkup dengan meneliti variabel pengganggu dan pemanfaatan karbon aktif kulit ubi kayu pada parameter lain dalam Ilmu Kesehatan Lingkungan.
2. Bagi pengusaha pabrik untuk dapat melakukan pengolahan limbah cair dengan menggunakan karbon aktif dari kulit ubi kayu. Sebagai salah satu upaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alaerts, G & Sri Sumestri, 1984. Metode Penelitian Air, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
2. Pengolahan Air Limbah, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
3. Baroroh, Ali. 2013. Analisis Multivariat dan Time Series dengan SPSS 21. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
4. Betty Sri L.J, Winiati Pujdi Rahayu,

1983, Penanganan Limbah Industri Pangan, PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor

5. Dlfi, 2013. Beragam manfaat kulit singkong,http://akardanumbi.blogspot.com/2013/01/beragam-manfaat-kulit-singkong.html, tanggal akses 12 desember 2014
6. Erlinda, Esmar & Fauzi. 2013. Pengaruh temperature terhadap adsobsi karbon aktif berbentuk pellet untuk aplikasi filter air. Prosiding Seminar Nasional Fisika. Hal 69, UNJ, Jakarta,1 Juni 2013.
7. Fardiaz, 2008. Polusi Air dan Udara,Penerbit Kanisius, Yogyakarta
8. Grace, M.R, 1977. Cassava Processing, Food and Agriculture Organization of United Nations, Roma
9. Ginting, Perdana, 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri, Yrama Widya, Bandung
10. Ginting, Perdana, 1992. Mencegah dan Pengendalian Pencemaran Industri, Jakarta
11. Hanum. Faridah, 2001. Efektifitas Karbon Aktif Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Biological Oksigen Demand (BOD) Dan Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tepung Tapioka Tahun 2001, http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/23808, tanggal akses 21 Oktober 2014 Lingkungan, Granit, Jakarta
12. Ikawati dan Melati, 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Singkong di Kabupaten Pati, Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro
13. Irhash, Arianto Samier, 2010. Macam- macam Limbah Cair, http://sobatbaru.blogspot.com/2010/12/macam-macam-limbah-cair.html, tanggal akses 20 November 2014
14. Isna, dkk, 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorbsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, Info Teknik
15. Jannati. Deby & Shona Mazia, 2009. Karbon Aktif sebagai Filter Air, Koran Jakarta, Edisi Cetak : 653, Jakarta
16. Juzmanizah, 2011. Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Air Sumur Gali Di Desa Amplas Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2011, Universitas Sumatera Utara, Medan
17. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-51/MENLH/10/1995, Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
18. Lapau, Buchari. 2012. Metode Penelitian Kesehatan Metode Ilmiah Penulisan Skripsi, Tesis, dan disertai Pedoman bagi Mahasiswa S-1, S-2 dan S-3. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
19. Mahida, U.N, 1986. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri, C.V. Rajawali, Jakarta
20. Muhiddin, N., N. Juli, dan I.N.P. Aryantha, 2000. “Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Kayu Melalui Proses Fermentasi”, Jurnal Matematika dan Sains, 6 (1) : 1-12
21. Nastiti, dkk, 2015. Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (Glycine max) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu, Lenterabio
22. Notoatmodjo, Prof. Dr. Soekidjo, Kesehatan Masyarakat dan Ilmu, PT. Rineka Cipta, Jakarta, 2007
23. Notoatmodjo, Prof. Dr. Soekidjo,

Metodelogi Penelitian Kesehatan, Jakarta : Rineka Cipta, Jakarta, 2010

24. Nurhasan, & Pramudyanto, B. B. 1991. Penanganan Air Limbah Tahu, Yayasan Bina Karya Lestari, Jakarta, Http://www.menlh.go.id (12 Desember 2014)
25. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 89 tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air
26. Public Health Kesehatan Masyarakat, 2013.Karakteristik limbah tapioka, http://www.indonesian-publichealth.com/2013/10/limbah-tapioka.html, tanggal akses 12 desember 2014
27. Soeriaatmadja, R.E., 1984. Azas-azas Pengolahan Limbah Tapioka, Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta
28. Soetomo, A.H., 2012, Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong dengan Menggunakan Furnace, Laporan Tugas akhir Universitas Diponegoro,
29. Sugiharto, 2008. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, UI- Press, Jakarta
30. Suhendry, I. Woelan, S. Daslin dan R.Azwar, 1999. Karakteristik Klon Anjuran 1999-2001, Warta Pusat Penelitian Karet, Asosiasi Penelitian Perkebunan Indonesia
31. Sumantri, Arif, 2013. Kesehatan Lingkungan, Kencana Prenada Media Group, Jakarta
32. Swastha, Jatu Taufik, 2010. Kemampuan Arang Aktif dari Kulit Singkong dan dari Tongkol Jagung dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Pabrik Tahu, Universitas Negeri Semarang.
33. Wibowo, Suprianto, 2012. Sumber Air Limbah, http://www.sobatbumi.com/solusi/view/361/Sumber-air-limbah, tanggal akses 20 November 2014
34. Wijandi, S., 1976. Ilmu Pengetahuan Bahan Umbi-umbian, Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB Bogor
35. Wiyono, Gendro. 2011. 3 In One Merancang Penelitian Bisnis Dengan Alat Analisis SPSS 17.0 dan SmartPLS 2.0. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.