

Optimalisasi Proses Adsorpsi Biji Kelor Untuk Penurunan Kadar Logam Air Lindi di TPA Sangatta

Dhani Aryanto¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur
Jl. Soekarno-Hatta No.1 Sangatta, Kab. Kutai Timur
Email :dhaniaryanto99@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research was to determine concentration and time of merunggai seed powder mixing in optimum way to decrease the iron and zinc quality of leachate. The research method was experiment to determine concentration and time of merunggai seed powder mixing in optimum way to decrease the iron and zinc quality of leachate. To obtain the optimum concentration and the mixing time used minitab 17 free trial software respon surface method by using CCD design (Central Composite design). The result showed that decreasing of iron quality followed the equivalent of $Y_1 = 2,650 - 2,614 X_1 - 0,285 X_2 + 0,508 X_1^2 + 0,273 X_2^2 + 0,358 X_1 X_2$ with $R^2 = 98,11 \%$. While the decreasing of iron quality that followed the equivalent of $Y_2 = 0,10100 - 0,08250 X_1 - 0,03149 X_2 + 0,01506 X_1^2 - 0,00319 X_2^2 + 0,03500 X_1 X_2$ with $R^2 = 96,86 \%$. The optimum value to obtain the lower or minimum iron and zinc quality on the concentration was amount of 5,414%. And the mixing time was 35,86 minutes. Based on desirability function analysis obtained optimum value in 1,0000 with iron quality 0,2033 mg/l in average. And for zinc quality 0,0174 mg/l in average.

Keyword : merunggai seed, concentration, time, optimum

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi dan lama pencampuran serbuk biji kelor yang optimum untuk menurunkan kadar besi dan seng pada air lindi. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental untuk mengetahui konsentrasi dan lama waktu pencampuran serbuk biji kelor dalam menurunkan kadar besi dan seng pada air lindi. Untuk mendapatkan optimasi dari konsentrasi dan lama waktu pencampuran digunakan software minitab 17 free trial dengan metode respon permukaan memakai rancangan CCD (Central Composite Design). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penurunan kadar besi mengikuti persamaan $Y_1 = 2,650 - 2,614 X_1 - 0,285 X_2 + 0,508 X_1^2 + 0,273 X_2^2 + 0,358 X_1 X_2$ dengan $R^2 = 98,11\%$ sedangkan penurunan kadar seng mengikuti persamaan $Y_2 = 0,10100 - 0,08250 X_1 - 0,03149 X_2 + 0,01506 X_1^2 - 0,00319 X_2^2 + 0,03500 X_1 X_2$ dengan $R^2 = 96,86\%$. Nilai optimal untuk mendapatkan kadar besi dan seng minimum pada variasi konsentrasi sebesar 5,414%, dan lama waktu pencampuran 35,86 menit. Dan Berdasarkan analisis *desirability function* didapatkan nilai optimasi 1,0000 dengan kadar besi rata-rata 0,2033 mg/L dan Kadar seng rata-rata 0,0174 mg/L

Kata kunci : biji kelor, konsentrasi, waktu, dan optimasi

1 Pendahuluan

Sampah merupakan permasalahan yang memerlukan perhatian cukup serius dari pemerintah terutama di kota-kota besar. Permasalahan sampah sampai saat ini belum mencapai titik terang yang cukup baik. Demikian juga di Kabupaten Kutai Timur terutama di Kecamatan Sangatta Utara maupun Kecamatan Sangatta Selatan yang bergantung sepenuhnya kepada Unit Pelayanan Teknis (UPT) Kebersihan,

Pertamanan dan Pemakaman (KPP) Kabupaten Kutai Timur untuk menyelesaikan masalah tersebut. Jumlah sampah yang ditangani oleh UPT KPP rata-rata 200 m³ setiap hari.

Permasalahan sampah di Kecamatan sangatta saat ini dikelola dengan cara menimbun pada tempat yang direncanakan yaitu di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batotak. Pengelolaan sampah dengan *sanitary landfill* menyebabkan efek lain salah satunya adalah munculnya air lindi (*leachate*), sebagai efek dekomposisi biologis dari sampah, memiliki potensi yang besar dalam mencemari badan air sekelilingnya, terutama air tanah di bawahnya, sungai, dan lain-lain (Damanhuri, 2010).

Air lindi dapat bersifat toksik karena adanya zat pengotor dalam timbunan yang mungkin berasal dari buangan limbah industri, debu, lumpur hasil pengolahan limbah, limbah rumah tangga yang berbahaya, atau dari dekomposisi yang normal terjadi pada sampah. Apabila tidak segera diatasi, *landfill* yang dipenuhi air lindi dapat mencemari lingkungan, terutama air tanah dan air permukaan. Air lindi yang menyerap kedalam air tanah akan menyebabkan air tanah tidak dapat dimanfaatkan, karena kadar pencemarnya yang tinggi dan baunya yang busuk.

Penggunaan serbuk biji kelor dalam menurunkan logam sangat efektif. Menurut Kurniawan dan Tjahjani (2012) serbuk biji kelor dapat mengadsorpsi logam besi dengan perlakuan terbaik adalah 1.000 gram serbuk mampu mengikat 92,55%. Umar dan Liong (2014) menyatakan bahwa efektifitas serbuk biji kelor dalam mengikat logam kadmium (Cd) pada air yaitu pada 300 mg dengan lama waktu 24 jam. Setelah 24 jam kadmium dapat terlepas kembali.

Optimalisasi proses dalam penurunan kadar logam pada air lindi sangat diperlukan mengingat kemampuan adsorpsi serbuk biji kelor memiliki tingkat kejenuhan dan lama proses sangat mempengaruhi jumlah logam yang mampu diasorpsi. Sehingga diperlukan penelitian jumlah konsentrasi serbuk biji kelor dan lama proses pencampuran yang optimal pada air lindi agar proses adsorpsi efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi dan lama pencampuran serbuk biji kelor yang optimum untuk menurunkan kadar besi dan seng pada air lindi.

2 Materi dan Metode

2.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sumber Daya Lahan dan Air, Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2016.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, botol plastik, mortar, oven, saringan, pengaduk. Sedangkan bahan yang digunakan adalah biji kelor dan air lindi TPA Batotak, Sangatta.

2.3 Metode

2.3.1 Rancangan Penelitian

Percobaan ini menggunakan rancangan respon permukaan yang dimulai dari metode dakian tercuram untuk mencari respon maksimum pada ordo pertama kemudian dilanjutkan dengan rancangan komposit terpusat untuk menentukan titik optimal pada ordo kedua. Penelitian ini menggunakan 2 faktor perlakuan konsentrasi (%) dan Lama Pencampuran (menit) dan masing-masing perlakuan dibagi menjadi dua level (tiap sampel 500 ml Lindi) dengan satu titik pusat. Sesuai dengan rancangan metode dakian tercuram 2 faktor maka pengulangan dilakukan pada titik tengah sebanyak 5 kali.

Menentukan rancangan faktorial 2^2 (pengaruh dari 2 faktor). Setiap factor ditentukan dua level sesuai sifat percobaan faktorial 2^2 . Jadi, ditetapkan level-level yang akan diteliti sebagai berikut :

- a. Faktor konsentrasi (D) dengan level faktor :
 1. Konsentrasi 1% (kode $X_1 = -1$)
 2. Konsentrasi 5 % (kode $X_1 = 1$)
- b. Faktor Lama Pencampuran (L)dengan level faktor :
 1. Lama pencampuran 40 Menit (kode $X_2 = -1$)
 2. Lama Pencampuran 60 Menit (kode $X_2 = 1$)

Menetapkan level-level faktor yang bersesuaian dengan rancangan factorial 2^k , maka ditetapkan level-level faktor yang bersesuaian dengan titik pusat $X_1 = 0$ dan $X_2 = 0$, dengan jalan mengambil titik tengah diantara kedua level faktor yang telah di spesifikasikan dalam langkah pertama.

Dari poin 1 diatas, maka diketahui titik-titik pusat adalah :

- a. Faktor konsentrasi (D) dengan titik pusat :

$$\frac{1\% + 5\%}{2} = 3\% \quad (\text{kode } X_1 = 0)$$

- b. Faktor Lama Pencampuran (L) dengan titik pusat :

$$\frac{40 + 60}{2} = 50 \quad (\text{kode } X_2 = 0)$$

Diketahui bahwa level-level factor Konsentrasi (D) berturut-turut : 1% (kode $X_1 = -1$), 3% (kode $X_1 = 1$) dan 2% (kode $X_1 = 0$), maka titik tengah dari factor konsentrasi

adalah 2% serta jarak diantara level factor adalah 1%, dengan demikian hubungan antara variable kode X_1 dan variable asli dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$x_1 = \frac{D-3}{1}, D = x_1 + 3 \quad (1)$$

dengan cara yang sama, maka dapat ditentukan bentuk hubungan antara X_2 dan L, sebagai berikut :

$$x_2 = \frac{L-50}{10}, L = 10x_2 + 50 \quad (2)$$

Persamaan (1) dan (2) diatas selanjutnya digunakan untuk mentransformasikan variable asli (D) dan (L) kedalam variable kode X_1 dan X_2 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel1. Rancangan Percobaan Faktorial 2^2 Ordo Pertama dengan 5 Titik Pusat

No	Variabel Kode		Variabel Asli		Respon (Y)
	X_1	X_2	D(%)	L(menit)	
1	-1	-1	1	40	
2	-1	1	1	60	
3	1	-1	5	40	
4	1	1	5	60	
5	-1	0	1	50	
6	1	0	5	50	
7	0	-1	3	40	
8	0	1	3	60	
9	0	0	3	50	

Keterangan :
 $X_1 = D =$ Konsentrasi
 $X_2 = L =$ Lama Pencampuran
 $Y =$ Respon

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa variable kode X_1 dan X_2 bersifat orthogonal sehingga proses pendugaan parameter model ordo pertama menjadi lebih mudah, dimana dapat langsung ditentukan :

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \varepsilon \quad (3)$$

$$b_0 = \hat{Y} = \frac{\sum Y}{n} \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{\sum X_1 Y}{\sum X_1^2} \quad (5)$$

$$b_2 = \frac{\sum X_2 Y}{\sum X_2^2} \quad (6)$$

Selanjutnya dilakukan pengujian keandalan fungsi respon ordo pertama dengan melakukan analisis ragam pengujian ketepatan model ordo pertama. Apabila dari hasil pengujian menunjukkan bahwa persamaan model ordo pertama dapat diandalkan untuk menerangkan keadaan penelitian maka dapat digunakan untuk membangun lintasan dakian tercuram.

Berdasarkan percobaan dakian tercuram akan ditemukan titik-titik optimal yang akan digunakan sebagai titik tengah pada percobaan selanjutnya yaitu membangun fungsi ordo kedua dengan menggunakan rancangan komposit terpusat dengan nilai $-\alpha = -1,414$ dan $\alpha = 1,414$. Rancangan Komposit Terpusat digunakan untuk memperoleh data guna menduga model ordo kedua yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{12}X_1X_2 + \epsilon \quad (7)$$

Pengkodean dan level asli proses atau variable bebas ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Rancangan Komposit Terpusat 2^2 dengan 5 Titik Pusat

No	Variabel Kode		Variabel Asli		Respon (Y)
	X ₁	X ₂	D(%)	L(Menit)	
1	-1	-1	1	40	
2	-1	1	1	60	
3	1	-1	5	40	
4	1	1	5	60	
5	-1	0	1	50	
6	1	0	5	50	
7	0	-1	3	40	
8	0	1	3	60	
9	-1,414	0	0,586	50	
10	1,414	0	5,414	50	
11	0	-1,414	3	35,86	
12	0	1,414	3	64,14	
13	0	0	3	50	

2.3.2 Pembuatan Serbuk Biji Kelor

Buah kelor yang sudah tua dan kering dikupas kulit luarnya, sehingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih, kemudian dibungkus dengan menggunakan aluminium foil. Selanjutnya dikeringkan dalam oven selama ± 1 jam pada suhu 100°C . Setelah biji kelor kering, dihaluskan dengan menggunakan mortal dan diayak dengan menggunakan ayakan mesh 45, sehingga diperoleh serbuk biji kelor.

2.3.3 Aplikasi Serbuk Biji Kelor pada Air Lindi

Air lindi yang berasal dari bak tampungan pertama di TPA BATOTAK disiapkan dengan mengukur 500 ml tiap perlakuan. Selanjutnya di tambahkan serbuk biji kelor sebanyak 0,586 %; 1%; 3%; 5%; dan 5,414%. Setelah ditambahkan air lindi diaduk selama 35,86; 40; 50; 60 dan 64,14 menit.

2.3.4 Analisa Data

Pengujian data dilakukan meliputi analisa kadar besi, dan Zn. Selanjutnya dianalisa ragam *full quadratic response surface* dengan menggunakan program MINITAB ver.17 *free trial*.

3 Hasil Dan Pembahasan

Air lindi di TPA Batotak terbentuk dari penguraian sampah dan adanya air hujan yang masuk dalam tumpukan sampah. Air lindi yang terbentuk ditampung dalam kolam lindi dan belum ada proses pengolahan untuk menurunkan kandungannya. Air lindi yang terbentuk memiliki warna coklat kehitaman dan terdapat lapisan warna karat besi yang menandakan tingginya kandungan logam. Pada penelitian ini, hasil uji spektrofotometri menunjukkan bahwa Kadar Besi (Fe) sebesar 7,81 mg/L, dan Seng (Zn) sebesar 0,26 mg/L. Hasil penelitian optimalisasi konsentrasi dengan lama waktu pencampuran terhadap kadar besi dan seng adalah sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Respon Uji Konsentrasi dan Lama Pencampuran Biji Kelor

No	Variabel Kode		Variabel Asli		Respon	
	X ₁	X ₂	D(%)	L(Menit)	Y ₁ (Besi)	Y ₂ (Seng)
1	-1	-1	1	40	7,18	0,29
2	-1	1	1	60	5,56	0,14
3	1	-1	5	40	0,57	0,03
4	1	1	5	60	0,38	0,02
5	-1	0	1	50	6,25	0,219
6	1	0	5	50	0,42	0,027
7	0	-1	3	40	4,07	0,133
8	0	1	3	60	3,22	0,068
9	-1,414	0	0,586	50	6,9	0,223
10	1,414	0	5,414	50	0,45	0,025
11	0	-1,414	3	35,86	3,37	0,12
12	0	1,414	3	64,14	3,04	0,055
13	0	0	3	50	2,65	0,101

3.1 Besi

Hasil penelitian untuk respon kadar besi (Y₁) dianalisis dengan menggunakan Minitab 17 *free trial* dan didapat hasil desain *response surface* dengan *Central Composite Design* (CCD).

Central Composite Design

Factors: 2 Replicates: 1
Base runs: 13 Total runs: 13
Base blocks: 1 Total blocks: 1

Two-level factorial: Full factorial

Cube points: 4
Center points in cube: 5
Axial points: 4

Center points in axial: 0

α : 1,41421

Berdasarkan *Analysis of Variance* untuk kadar besi adalah sebagai berikut

Response Surface Regression: besi versus konsentrasi; waktu

Analysis of Variance

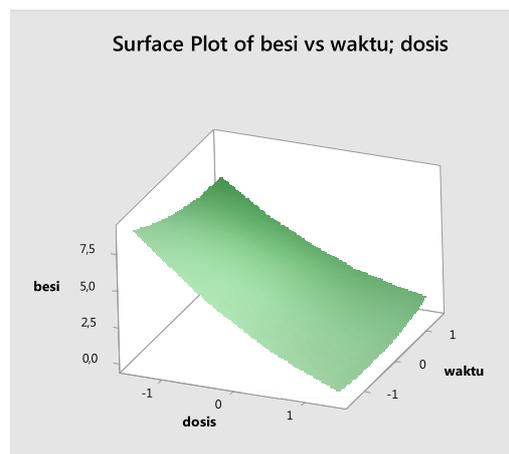
Source	DF	Adj SS	AdjMS	F-Value	P-Value
Model	5	57,9203	11,5841	72,65	0,000
Linear	2	55,3102	27,6551	173,44	0,000
konsentrasi	1	54,6623	54,6623	342,81	0,000
waktu	1	0,6479	0,6479	4,06	0,084
Square	2	2,0989	1,0495	6,58	0,025
konsentrasi*konsentrasi	1	1,7961	1,7961	11,26	0,012
waktu*waktu	1	0,5189	0,5189	3,25	0,114
2-Way Interaction	1	0,5112	0,5112	3,21	0,116
konsentrasi*waktu	1	0,5112	0,5112	3,21	0,116
Error	7	1,1162	0,1595		
Lack-of-Fit	3	1,1162	0,3721	*	*
Pure Error	4	0,0000	0,0000		
Total	12	59,0365			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
0,399315	98,11%	96,76%	86,56%

Model empiris pengujian model *Full Quadratic* dari Kadar Besi (Y_1) berdasarkan model analisis *response surface* maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_1 = 2,650 - 2,614 X_1 - 0,285 X_2 + 0,508 X_1^2 + 0,273 X_2^2 + 0,358 X_1X_2 \quad (8)$$



Gambar 1. *Surface Plot* dari Kadar Besi

Berdasarkan hasil analisis permukaan respon kadar besi mengalami penurunan signifikan seiring bertambahnya konsentrasi biji kelor. Sedangkan lama waktu pencampuran tidak signifikan menurunkan kadar besi. Menurut Kurniawan Wahyudi dan Tjahjani Siti(2012) penurunan maksimum kadar ion besi yang teradsorpsi serbuk biji kelor diperoleh pada masa 1,0000 g yakni 92,5467 %. Mula-mula ion besi yang

teradsorpsi naik tajam sejalan dengan naiknya masa adsorben, namun kemudian kenaikan tersebut kecil dan dapat dikatakan hampir konstan. Pada saat permukaan adsorben belum jenuh dengan adsorbat maka peningkatan konsentrasi adsorbat yang dipaparkan akan meningkat secara linier dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi.

3.2 Seng

Hasil respon kadar seng (Y_2) dianalisis dengan menggunakan Minitab 17 *free trial* dan didapat hasil sebagai berikut

Response Surface Regression: seng versus konsentrasi; waktu

Analysis of Variance

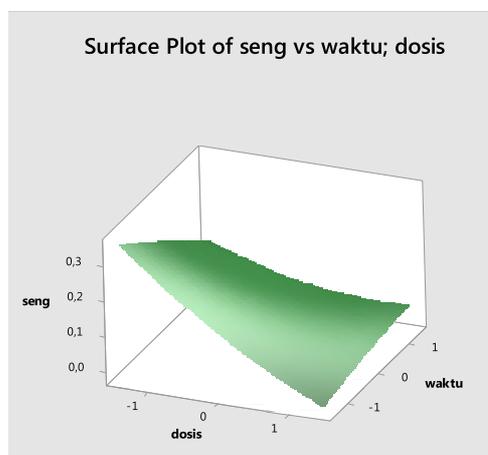
Source	DF	Adj SS	AdjMS	F-Value	P-Value
Model	5	0,069052	0,013810	43,25	0,000
Linear	2	0,062386	0,031193	97,69	0,000
konsentrasi	1	0,054452	0,054452	170,54	0,000
waktu	1	0,007933	0,007933	24,85	0,002
Square	2	0,001766	0,000883	2,77	0,130
konsentrasi*konsentrasi1	1	0,001578	0,001578	4,94	0,062
waktu*waktu	1	0,000071	0,000071	0,22	0,652
2-Way Interaction	1	0,004900	0,004900	15,35	0,006
konsentrasi*waktu	1	0,004900	0,004900	15,35	0,006
Error	7	0,002235	0,000319		
Lack-of-Fit	3	0,002235	0,000745		*
Pure Error	4	0,000000	0,000000		
Total	12	0,071287			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0178688	96,86%	94,63%	77,70%

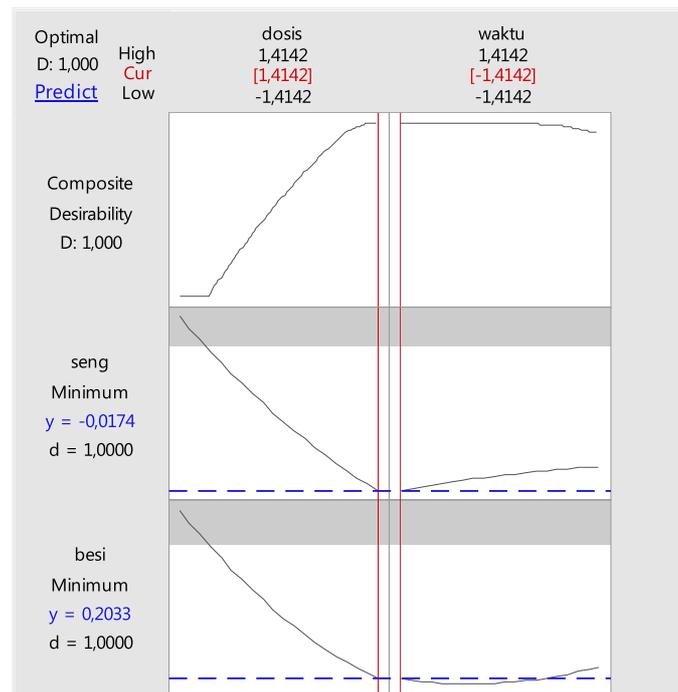
Dan didapatkan model respon Y_2 (Seng) adalah

$$Y_2 = 0,10100 - 0,08250 X_1 - 0,03149 X_2 + 0,01506 X_1^2 - 0,00319 X_2^2 + 0,03500 X_1 X_2 \quad (9)$$



Gambar 2. Surface Plot dari Kadar Seng

Nilai Optimum untuk penurunan kadar besi dan seng adalah



Gambar 3. Response Optimization

Berdasarkan gambar 3. nilai composite desirability adalah 1.0000 berarti nilai terendah yang dikehendaki sudah tercapai. Tingkat penurunan kadar besi dan seng akan didapatkan adalah minimal apabila konsentrasi 1,4142 (5,414%), dan waktu - 1,4142 (35,86menit).

4 Kesimpulan

Berdasarkan pendekatan optimasi dengan *response surface* maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Didapatkan nilai optimal untuk mendapatkan kadar besi dan seng minimum pada variasi Konsentrasi sebesar 5,414%, dan lama waktu pencampuran 35,86 menit.
2. Berdasarkan analisis *desirability function* didapatkan nilai optimasi 1,0000 dengan kadar besi rata-rata 0,2033 mg/L dan Kadar seng rata-rata 0,0174 mg/L.

Daftar Pustaka

- Azwar, 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Mutiara Sumber Widya. Jakarta.
- Damanhuri, E., & Padmini, T. 2010. Pengelolaan Sampah. Diktat Kuliah TL,3104, 5-10.
- Kurniawan W. dan Tjahjani S., 2012, Adsorpsi Ion Logam Besi Dalam Air Sungai Brantas Oleh Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*). Prosiding Seminar Nasional Kimia, UNESA. 12 Februari 2012. Surabaya.
- Kusnoputranto, H. 2000. Kesehatan lingkungan. FKM-UI. Jakarta.
- Maramis, A, 2008. Pengelolaan Sampah dan Turunannya di TPA, Alumni Program Pasca Sarjana Magister Biologi Terapan, Universitas Satya wacana, Salatiga

- Pustekom, 2005 Pustekom, 2005. Pencemaran Tanah, <http://www.full.php>. Di akses tanggal Maret 2005
- Savitri .2006. *Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Bioflokulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keramik Di Dinoyo Malang*. Malang: UIN Malang.
- Umar M.R. dan Liong S., 2014, *Efektifitas Serbuk Biji Kelor Moringa oleifera Lamk. Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Pada Air*.Jurnal Alam dan Lingkungan, Vol.5 (8) Maret 2014
- Unus, 2007. *Aneka Manfaat Kelor*, [http:// www. kompas.com/ kompas-cetak/ 0208/ 28/ iptek/ane32.html](http://www.kompas.com/kompas-cetak/0208/28/iptek/ane32.html), diakses 5 Januari 2014
- Wardhana, 2000. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Andi, Yogyakarta