

**PENGARUH KONSENTRASI KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK  
(*Musa acuminata L.*) TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe)  
PADA AIR LIMBAH DAN AIR TANAH**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Jenjang Sarjana Strata Satu (S1)  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Vera Julianti  
14.302.0437



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2019**

**PENGARUH KONSENTRASI KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK  
(*Musa acuminata L.*) TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe)  
PADA AIR LIMBAH DAN AIR TANAH**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Jenjang Sarjana Strata Satu (S1)  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

**Vera Julianti**  
**14.302.0437**

Menyetujui :

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**(Dr. Tantan Widiantera, ST., MT.)**

**(Istiyati Inayah, S.Si., M.Si)**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warohmatullah wabarokatuh*

Segala puji bagi Allah SWT, Rabb yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Dialah Allah sebaik-baiknya tempat mengadu bagi hamba-hambanya yang beriman.

Solawat serta salam selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, para sahabat, tabiat dan tabi'in dan sampailah pada kita umat akhir zaman yang rindu akan menatap wajahnya dan senantiasa mengharap syafaat di Yaumul Akhir nanti.

Segala syukur selalu tercurah pada Rabb yang telah memberikan petunjuk, bimbingan dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) Terhadap Kandungan Logam Besi (Fe) pada Air Limbah dan Air Tanah”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat Penelitian Tugas Akhir Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Dalam proses penyusunan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka, pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Tantan Widiantera, ST., MT sebagai Pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam menyusun tugas akhir ini, serta telah dengan rela membagikan sebagian ilmunya kepada penulis.

2. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si sebagai pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam menyusun tugas akhir ini, serta telah dengan rela membagikan sebagian ilmunya kepada penulis.
3. Orang tua yang tercinta Iyan Darsim dan Sri Sunarti, serta saudara kandung Hilman Maulana yang selalu mendoakan penulis, serta membantu dan mendukung dalam segala aspek baik moril maupun materil.
4. Dosen beserta seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
5. Seluruh rekan Jurusan Teknologi Pangan Non-Reguler Angkatan 2014.
6. Sahabat-sahabat yang senantiasa memberikan semangat dalam proses penyusunan tugas akhir ini,
7. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik, *Aamiin*.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua dalam mengembangkan ilmu.

*Wassalamu'alaikum warohmatullah wabarokatuh*

Bandung, September 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>.....</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
3.1.1 Maksud Penelitian.....	5
3.1.2 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Kerangka Pemikiran .....	6
1.6 Hipotesis.....	12
<b>II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Tanaman Pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	13
2.2 Karbon Aktif .....	16
2.3 Pembuatan Karbon Aktif.....	17
2.4 Definisi Air.....	22
2.5 Sumber Air .....	23
2.6 Persyaratan Fisik Air .....	25
2.7 Persyaratan Kimia Air .....	28
2.8 Persyaratan Biologi Air .....	29
2.9 Definisi Besi .....	30
2.10 Kandungan Besi Dalam Air .....	30
2.11 Dampak Besi Terhadap Kesehatan.....	32
2.12 Teknologi Penurunan Besi Dalam Air .....	34



2.13	Metode Spektrofotometri UV-Vis.....	36
<b>III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Bahan dan Alat Penelitian .....	38
3.1.1	Bahan Penelitian .....	38
3.1.2	Peralatan Penelitian.....	38
3.2	Metode Penelitian.....	39
3.2.1	Tahap Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel.....	39
3.2.2	Tahap Pelaksanaan dan Pengujian .....	40
3.2.2.1	Tahap Pembuatan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok.....	40
3.2.2.2	Tahap Pengujian Mutu Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok.....	41
3.2.2.3	Tahap Penentuan Deret Standar dan Pembuatan Kurva Kalibrasi...42	
3.2.2.4	Tahap Pengukuran Sampel awal.....	43
3.2.2.5	Tahap Pengaplikasian Karbon Aktif Terhadap Sampel.....	44
3.2.3	Tahap Pengolahan Data.....	45
3.3	Prosedur Penelitian.....	49
3.3.1	Tahapan Penelitian.....	49
3.3.2	Diagram Alir Penelitian .....	52
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>56</b>
4.1	Hasil Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel .....	56
4.2	Hasil Pelaksanaan dan Pengujian .....	58
4.2.1	Hasil Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok .....	58
4.2.2	Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok.....	61
4.2.3	Analisis Penentuan Kadar Fe Secara Spektrofotometri UV-Vis.....	65
4.2.3.1	Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	65
4.2.3.2	Hasil Penentuan Kadar Besi Awal Terhadap Sampel Air.....	67
4.2.4	Aplikasi Karbon Aktif Pada Sampel Air.....	69
4.3	Hasil Pengolahan Data Metode Regresi Linear .....	75
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>81</b>
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>83</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>87</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kandungan Gizi Kulit Pisang .....	14
2. Kandungan Zat Gizi Kulit Pisang Kepok .....	16
3. Data Hasil Analisis Pengujian Mutu Karbon Aktif .....	42
4. Data Hasil Analisis Spektrofotometri Metode Kurva Kalibrasi .....	43
5. Data Hasil Analisis Sampel Air Terhadap Kandungan Besi Awal .....	44
6. Data Hasil Analisis Sampel Air terhadap Kandungan Besi Setelah .....	45
7. Pendataan Nilai Variabel .....	47
8. Arti Nilai Koefisien Korelasi .....	48
9. Data Hasil Analisis Pengujian Mutu Karbon Aktif .....	61
10. Hasil Pengukuran Absorban Deret Standar Fe .....	66
11. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Limbah awal .....	68
12. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Tanah awal .....	68
13. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Limbah Setelah Perlakuan .....	71
14. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Tanah Setelah Perlakuan .....	72
15. Persentase Pengurangan Kadar Fe Air Limbah .....	73
16. Persentase Pengurangan Kadar Fe Air Tanah .....	73
17. Persyaratan Kualitas Air Bersih .....	91
18. Data Hasil Analisis Pengujian Mutu Karbon Aktif (Lampiran) .....	96
19. Hasil Pengukuran Absorban Deret Standar Fe (Lampiran) .....	97
20. Data Perhitungan Persamaan Garis (Lampiran) .....	97
21. Hasil Konsentrasi Besi Awal (Lampiran) .....	99
22. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Limbah Setelah Perlakuan .....	101
23. Hasil Pengukuran Kadar Fe Sampel Air Tanah Setelah Perlakuan .....	101
24. Perhitungan Regresi Sampel Air Limbah (T) .....	108
25. Perhitungan Regresi Sampel Air Limbah (M) .....	109
26. Perhitungan Regresi Sampel Air Limbah (B) .....	110
27. Perhitungan Regresi Sampel Air Tanah (T) .....	111
28. Perhitungan Regresi Sampel Air Tanah (M) .....	112
29. Perhitungan Regresi Sampel Air Tanah (B) .....	113
30. Kebutuhan Karbon Aktif .....	114
31. Kebutuhan Biaya Bahan Baku .....	114
32. Kebutuhan Bahan dan Biaya Analisis .....	115

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pisang Kepok .....	15
2. Grafik Contoh Hubungan Linier .....	46
3. Diagram Alir Proses <i>Sampling</i> dan Pengujian Fe awal .....	52
4. Diagram Alir Proses Pembuatan Arang Kulit Pisang Kepok .....	53
5. Diagram Alir Proses Aktivasi .....	54
6. Diagram Alir Pengaplikasian Karbon Aktif.....	55
7. Sampel Air Limbah.....	57
8. Sampel Air Tanah .....	57
9. Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok.....	60
10. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe .....	67
11. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (T) .....	75
12. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (M).....	76
13. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (B).....	77
14. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Tanah (T)....	77
15. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (M).....	78
16. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (B).....	79
17. Foto Lokasi dan Hasil Sampel Air Limbah dan Air Tanah .....	92
18. Foto Proses Dehidrasi .....	93
19. Foto Proses Karbonisasi.....	93
20. Foto Proses Aktivasi .....	94
21. Foto Deret Standar (Lampiran).....	97
22. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe .....	98
23. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (T) ....	108
24. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (M)...	109
25. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (B)....	110
26. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Tanah (T)....	111
27. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (M)...	112
28. Grafik Hubungan Kadar Fe dan Konsentrasi Karbon Air Limbah (B)....	113



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Analisis .....	87
2. Persyaratan Kualitas Air Bersih.....	91
3. Lokasi <i>Sampling</i> dan Hasil <i>Sampling</i> .....	92
4. Proses Pembuatan Karbon Aktif.....	93
5. Perhitungan Parameter Uji Karbon Aktif .....	95
6. Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fe.....	97
7. Perhitungan Kadar Besi Awal.....	99
8. Pengukuran Absorbansi setelah perlakuan .....	101
9. Perhitungan Kadar Besi setelah perlakuan.....	102
10. Perhitungan Regresi Linear Terhadap Sampel.....	108
11. Perhitungan Kebutuhan Bahan dan Biaya Penelitian .....	114



## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi karbon aktif kulit pisang kepok yang akan digunakan sebagai media adsorben untuk mengadsorpsi logam dan untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi antara konsentrasi penambahan karbon aktif kulit pisang kepok terhadap sampel air limbah dan air tanah dalam pengurangan kadar besi (Fe). Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan analisis regresi linier sederhana. Faktor yang digunakan ialah hubungan antara konsentrasi karbon aktif dengan kadar Besi (Fe).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil karbon aktif kulit pisang kepok yang telah dibuat memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yang mengacu pada arang aktif teknis, berdasarkan parameter kadar air 3,07 %, kadar abu 2,92 %, kadar zat mudah menguap 3,61 %, daya serap iodin 961,79 mg/g, sehingga menghasilkan total karbon 90,4 % yang merupakan fraksi karbon (C) yang terikat di dalam karbon aktif selain fraksi air, zat menguap dan abu.

Penetapan konsentrasi besi (Fe) pada sampel menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 476 nm. Perhitungan sampel dengan menggunakan persamaan garis regresi  $y = 0,2498x - 0,0111$ , dengan  $y$  berupa nilai absorbansi sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara konsentrasi penambahan karbon aktif kulit pisang kepok dengan kadar besi (Fe) dalam sampel yang menunjukkan adanya pengurangan kadar besi (Fe) pada sampel yang telah diberi perlakuan penambahan karbon aktif dengan yang tidak diberikan perlakuan. Rata-rata persentase efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap pengurangan kadar besi (Fe) pada sampel air limbah sebesar 55,52 %, dan pada sampel air tanah sebesar 71,64 %.

Kata Kunci : Karbon Aktif, Kulit Pisang Kepok, Besi (Fe)

## **ABSTRACT**

*The purpose of this research was to know the function of activated carbon from kepok banana's peel which used as an adsorbent to adsorb metal and to determine whether there was correlation between the concentration of kepok banana's peel activated carbon add to samples of wastewater and ground water on reduction iron (Fe). The experimental design was carried out in this research used simple liniar regression method. The factor used is the correlation between the concentration of activated carbon with iron (Fe) content.*

*The results of this research, obtained the results kepok banana's peel activated carbon that has been complied with SNI 06-3730-1995 standards which refers to technically active carbon, based on parameters of water content 3.07 %, ash content 2.92 %, volatile substances 3.61 %, iodine absorption 961.79 mg/g, and total carbon of 90.4 % which is a carbon fraction (C) inside an activated carbon beside the fraction of water content, volatile substances, and ash content.*

*Determination of iron (Fe) concentration on sample using spectrophotometry UV-Vis metode at a wavelength of 476 nm. Sample calculation used the liniar regression equation is obtained  $y = 0.2498x - 0.0111$ , with y being the sample absorbance value. The results showed that there was a correlation between the concentration of kepok banana's peel activated carbon added with iron (Fe) content in the sample, which showed a reduction on iron (Fe) content in samples that had been treated with the addition of activated carbon with those not treated. The average percentage of activated carbon adsorption efficiency to reduce iron (Fe) in wastewater samples is 55.52%, and in groundwater samples it is 71.64%.*

**Keywords:** Active Carbon, Kepok Banana's Peel, Iron (Fe)

## I. PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (4) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis

### 1.1 Latar Belakang

Air berfungsi sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan makanan, sebagai pelarut, dan dapat juga digunakan sebagai penunjang pada proses produksi industri pangan. Peranan air pada industri pangan sangat penting, air yang digunakan pada industri pangan umumnya harus mempunyai syarat-syarat tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak berasa, tidak mengandung logam berat besi dan mangan, serta dapat diterima secara bakteriologis (Sudarmadji, Slamet, 2003).

Cemaran pada air diantaranya terdapat cemaran kimia, fisik, dan mikrobiologi. Cemaran kimia diantaranya adalah cemaran logam berat besi (Fe). Kandungan zat besi yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Seperti air yang mengandung besi cenderung akan menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit, debu Fe juga dapat diakumulasi dalam *alveoli* dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Slamet, 2004 dalam Febrina, 2014).

Teknologi untuk mengurangi kandungan logam besi (Fe) yang terdapat pada air agar memenuhi standar air bersih, dibuat, dikembangkan dan diterapkan adalah



menghilangkan kandungan logam besi dengan cara menambahkan adsorben yang berfungsi untuk menurunkan beberapa kadar parameter air. Diantaranya pengolahan air dengan pemberian bahan kimia atau yang biasa dikenal dengan tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Penggunaan tawas memang dapat menjernihkan air namun efek samping dari penggunaan bahan kimia tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) termasuk bahan kimia yang masuk klasifikasi berbahaya, yang dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan apabila terhirup, tertelan, atau terserap melalui kulit. Ternyata tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran pada air.

Untuk menanggulangi dampak negatif dari penggunaan tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) perlunya teknologi alternatif proses penjernihan air yang lebih ramah lingkungan dengan cara penjernihan alami yang berbahan dasar dari tumbuhan. Penjernihan alami dari tumbuhan mudah dilakukan karena tumbuhan merupakan bahan organik yang mudah terurai (*Biodegradable*), tidak mencemari lingkungan, dan relatif aman bagi kehidupan manusia. Penggunaan kulit pisang merupakan salah satu teknologi alternatif untuk pengolahan air.

Pisang merupakan komoditas yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia, sekitar 45% konsumsi buah-buahan adalah pisang beserta olahannya. Banyaknya pemanfaatan pisang di Indonesia hanya berupa buah pisangnya saja, sehingga menyebabkan banyaknya kulit pisang yang terbuang. Secara nyata, kulit pisang hanya dibuang sebagai limbah organik saja. Jumlah kulit pisang cukup banyak yaitu sekitar 1/3 dari buah pisang utuh.



Untuk pemanfaatan kulit pisang, dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat karbon aktif karena memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi. Menurut Sukowati (2013) komposisi kulit pisang mentah berdasarkan analisis dinding sel (% berat kering) yaitu: 37,52% hemiselulosa, 12,06% selulosa, dan 7,04% lignin. Kulit pisang juga dapat dibuat menjadi biosorben, hal ini dikarenakan zat pektin yang terkandung pada kulit pisang yang tua jauh lebih banyak.

Kulit pisang memiliki gugus fungsi yang berperan dalam pengikatan ion logam berat seperti gugus fungsi hidroksil, asam karboksilat, dan gugus amina (Castro, 2011). Gugus fungsional dari rantai polisakarida karbohidrat kulit pisang ialah gugus hidroksil (-OH). Ikatan yang terjadi antara ion logam dan gugus (-OH) pada polisakarida ini dapat terjadi melalui ikatan hidrogen, hal ini lah yang menyebabkan kulit pisang dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif (Suhartini,2012).

Hal tersebut menjadi acuan sebagai bahan penelitian mengenai media pengolahan air yang ramah lingkungan, dengan memanfaatkan limbah organik yang berasal dari kulit pisang kepek yang dibuat menjadi karbon aktif kemudian digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam berat dalam air.

Dalam pembuatan karbon aktif dari kulit pisang kepek dilakukan tahapan dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Diawali dengan cara pengeringan kulit pisang, lalu arang hasil pengeringan diaktivasi secara kimia dengan aktivator asam kuat yaitu asam klorida (HCl). Lalu dilakukan analisis terhadap kualitas karbon aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730, tahun 1995) terhadap parameter kadar air, kadar abu, daya serap Iodin, kadar zat mudah menguap, dan total karbon sebagai karbon murni.

Karbon aktif yang telah dibuat diujikan dengan berbeda konsentrasinya terhadap sampel air, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui adanya korelasi antara konsentrasi karbon aktif terhadap kandungan logam besi pada sampel air yang bersumber dari air limbah dan air tanah.

Pengujian terhadap sumber air limbah dan air tanah dikarenakan pada jenis air ini banyak mengandung cemaran logam berat. Penentuan sumber air tanah yang akan diujikan merupakan air yang berasal dari perumahan warga dan air limbah merupakan limbah sisa produksi yang berasal dari pabrik tekstil yang berlokasi di Kecamatan Cinambo. Hubungan antara kedua sumber air yang akan diujikan untuk membandingkan efisiensi adsorpsi terhadap karbon aktif yang akan dihasilkan. Air tanah yang dialirkan ke perumahan warga merupakan air *water treatment* yang diperoleh dari pabrik tekstil tersebut sebagai bentuk kompensasi perusahaan terhadap warga yang berada di lingkungan sekitar karena dikhawatirkan limbah pabrik tersebut akan mencemari sumber air lain. Permasalahan yang terjadi, dimana beberapa warga mengeluhkan air yang dialirkan ke rumah warga berwarna kuning keruh dan bila didiamkan menghasilkan endapan yang diasumsikan bahwa air yang dialirkan tersebut masih mengandung logam berat khususnya logam besi (Fe) yang cukup tinggi.

Pada sampel air dari kedua sumber dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui kandungan logam besi (Fe) awal yang akan digunakan sebagai blanko atau pembanding, dan dilakukan perlakuan dengan penambahan karbon aktif kulit pisang kepok dengan konsentrasi yang berbeda-beda terhadap sampel air dari kedua sumber, lalu dilakukan analisis terhadap sampel air yang telah diberi perlakuan

untuk mengetahui kandungan logam besi (Fe) akhir dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis digunakan karena memiliki akurasi yang baik, cepat, dan mudah, selain itu efektif dalam penentuan kandungan logam besi (Fe) dalam air secara kuantitatif.

Penggunaan kulit pisang kepok yang dibuat menjadi karbon aktif diharapkan menjadi alternatif sebagai media adsorben terhadap logam besi (Fe) dalam air yang ramah lingkungan dan sebagai cara pemanfaatan limbah organik menjadi bahan yang lebih berdaya guna.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Permasalahan yang dapat diidentifikasi berdasarkan latar belakang di atas yaitu :

1. Apakah karbon aktif dari kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai media adsorben terhadap logam besi (Fe) pada kedua jenis sumber air (air limbah, dan air tanah) ?
2. Apakah terdapat korelasi antara konsentrasi karbon aktif terhadap kandungan besi (Fe) pada kedua jenis sumber air (air limbah, dan air tanah) ?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan penelitian mengenai fungsi karbon aktif dari kulit pisang kepok yang digunakan sebagai media adsorben untuk mengadsorpsi logam besi (Fe) pada sumber air (air limbah dan air tanah), dan untuk mengetahui korelasi antara konsentrasi karbon aktif terhadap kandungan besi (Fe) pada sumber air (air limbah dan air tanah) di Kecamatan Cinambo.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana cara kerja karbon aktif dari kulit pisang kepok yang digunakan sebagai media adsorben terhadap logam besi (Fe) pada kedua jenis sumber air (air limbah, dan air tanah).
2. Untuk mengetahui adanya korelasi antara konsentrasi karbon aktif dari kulit pisang kepok terhadap kandungan logam besi (Fe) pada kedua jenis sumber air (air limbah dan air tanah).

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan mengenai cara pembuatan karbon aktif dari kulit pisang kepok dengan metode yang tepat
2. Menambah pengetahuan mengenai manfaat kulit pisang sebagai karbon aktif yang dapat digunakan sebagai media pengolahan air
3. Memecahkan permasalahan warga Kecamatan Cinambo mengenai sumber air yang memiliki kandungan besi tinggi dan cara menanggulangnya
4. Memberikan informasi cara penggunaan karbon aktif kulit pisang kepok sebagai media pengolahan air yang dapat mengadsorpsi logam berat besi agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya warga yang berdomisili di Kecamatan Cinambo

### 1.5 Kerangka Pemikiran

Air merupakan zat yang penting dalam kehidupan, air memiliki sifat-sifat penting untuk menunjang adanya kehidupan. Air juga merupakan zat pelarut yang penting untuk makhluk hidup dan berperan penting dalam proses metabolisme (Sudarmadji, Slamet, 2003). Dalam bidang pangan air berfungsi sebagai bahan

yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan makanan, sebagai pelarut, dan dapat juga digunakan sebagai penunjang pada proses produksi industri pangan.

Jenis jenis air ada tiga diantaranya, air permukaan, air angkasa, dan air tanah. Air permukaan adalah air yang tidak terserap dengan baik oleh tanah, sehingga air akan mengalir dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah diantaranya air sungai, air danau/telaga dan air laut. Air angkasa adalah air yang berasal dari udara atau atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi melalui proses alam, diantaranya air hujan, air salju, dan air es. Air tanah merupakan semua jenis air yang berada dibawah lapisan tanah, berdasarkan kedalamannya air tanah dibedakan menjadi 2 yaitu, air tanah dangkal yang memiliki kedalaman 9-15 meter dari permukaan tanah, dan air tanah dalam keberadaannya lebih dari 15 meter dari permukaan tanah.

Pada jenis air yang banyak mengandung cemaran yakni pada jenis air permukaan dan air tanah, cemaran pada air diantaranya terdapat cemaran fisik, kimia, dan mikrobiologi. Cemaran logam berat besi (Fe) termasuk ke dalam cemaran kimia. Pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor No.492/MENKES/PER/IV/2010 yang mengatur tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air telah menetapkan standar baku mutu air minum yang menunjukkan suatu air bersih telah memenuhi persyaratan kesehatan. Standar nilai baku mutu untuk logam besi yaitu 0.3 mg/l. Apabila kadar besi (Fe) melebihi nilai baku mutu, maka air bersih tersebut tidak memenuhi syarat dan harus dilakukan pengolahan sebelum dikonsumsi atau digunakan untuk keperluan sehari-hari.



Teknologi untuk mengurangi kandungan logam besi (Fe) yang terdapat pada air agar memenuhi standar air bersih, dibuat, dikembangkan dan diterapkan sesuai dengan permasalahan yang ada dan sosial budaya masyarakat, diantaranya adalah menghilangkan kandungan besi dengan cara menambahkan adsorben yang berfungsi untuk menurunkan beberapa kadar parameter air. Beberapa adsorben yang biasa digunakan adalah zeolit, tongkol jagung, tanah diatome, pasir dan karbon/arang aktif (Effendi,2003).

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik organik maupun anorganik asal bahan tersebut memiliki struktur berpori (Sudrajat dan Salim, 1994).

Kulit pisang merupakan bahan organik yang memiliki karbohidrat yang biasanya dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi pakan ternak. Namun selain itu kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan penstabil dimana senyawa yang dimanfaatkan adalah selulosa dan pektin. Kandungan selulosa yang tinggi pada kulit pisang menjadikan kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat karbon aktif karena memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi sehingga memiliki jumlah karbon yang dimilikipun tinggi.

Menurut Hewett, *et, al* (2011), menyebutkan bahwa kulit pisang kepek di dalamnya mengandung beberapa komponen biokimia, antara lain selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, dan zat pektin yang mengandung asam galacturonic, galaktosa dan rhamnose. Asam galacturonic menyebabkan kulit pisang kuat untuk

mengangkat ion logam yang merupakan gugus fungsi gula karboksil. Selulosa juga memungkinkan dalam pengikatan logam berat.

Menurut Mirsa (2013), kulit pisang kepok dapat dijadikan sebagai bahan karbon aktif, hasil yang didapat untuk nilai karbonisasi nya mencapai 96,56%. Penelitian tersebut hanya diteliti proses pembuatan karbon aktif dari kulit pisang tidak sampai kepada aplikasinya ke air.

Kulit pisang sebelumnya memang bisa menurunkan kadar logam berat namun tanpa diproses sebagai karbon aktif dalam penelitian yang dilakukan oleh Gustavo Castro dari *Biosciences Institute* bahwa kulit pisang dapat menarik logam-logam berat yang mengkontaminasi air, kulit pisang yang dikeringkan kemudian dicampur dengan air dan hasilnya air bersih dari logam, logam menempel pada kulit pisang (Castro, 2011).

Metode pembuatan karbon aktif dilakukan dengan tiga tahap yaitu tahap pengeringan/ penjemuran (dehidrasi), pengarangan (karbonisasi) dan tahap pengaktifan (aktivasi), dalam metode ini bahan baku dipanaskan dengan jumlah udara seminimal mungkin agar rendemen yang dihasilkan cukup besar. Hasil yang diperoleh dengan metode ini berupa karbon yang memberi keaktifan dan rendemen yang cukup besar (Supeno, 1990 dalam Maycorry, Ade. 2017).

Proses aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, M. 2003).

Metode aktivasi yang digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah proses aktivasi secara kimia. Proses aktivasi ini merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivator yang digunakan adalah jenis asam kuat asam klorida (HCl), asam kuat digunakan karena lebih efektif pada penyerapan logam dalam air dibandingkan menggunakan basa kuat.

Pengeringan bahan pangan akan mengubah sifat-sifat fisis dan kimianya yang akan berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat (pati) dalam kulit pisang. Suhu pemanasan akan berpengaruh terhadap reaksi yang dialami yaitu pati yang terhidrolisis menjadi senyawa gula yang lebih sederhana. Dalam proses pembuatan karbon aktif yang diharapkan adalah arang yang sempurna dengan tidak melakukan pemanasan terlalu lama karena akan berakibat pada kandungan abu yang besar, dan bila pemanasan terlalu singkat akan menyebabkan tingginya kadar air.

Untuk menentukan kualitas karbon aktif yang dihasilkan, maka dilakukan analisis pendahuluan terhadap karbon aktif kulit pisang dengan parameter kadar air, kadar abu, dan daya serap Iodin, sebagai penentu kelayakan atau mutu karbon aktif sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730/ 1995).

Kadar air menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam bahan. Dua basis yang digunakan untuk menunjukkan kandungan air dalam bahan adalah kadar air basis basah (MCwb) dan kadar air basis kering (MCdb). Kadar air basis basah adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu massa bahan basah. Sedangkan kadar air basis kering adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu massa bahan padatan kering. Kadar air basis basah (MCwb) dan kadar air basis kering (MCdb) Penentuan kadar

air pada metode oven didasarkan pada banyaknya air yang hilang dari produk berdasarkan penguapan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin banyak dan semakin cepat penguapan air. (Singh dan Heldman, 2009).

Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral. Unsur itu juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Kadar abu tersebut dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Bahan-bahan organik dalam proses pembakaran akan terbakar tetapi komponen anorganiknya tidak, karena itulah disebut sebagai kadar abu.

Kadar zat yang mudah menguap atau senyawa volatil merupakan senyawa yang hilang pada pemanasan suhu tinggi hingga 900°C.

Daya serap Iodin ( $I_2$ ) menyatakan kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi senyawa-senyawa tar sisa karbonasi. Menurut Pari (2009) penentuan daya serap Iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Å atau 1 nm.

Total karbon adalah fraksi karbon (C) yang terikat di dalam karbon aktif selain fraksi air, zat menguap, dan abu.

Penentuan besi dapat ditentukan dengan berbagai metode, seperti spektrofotometri serapan atom, metode *flow injection*, dan fluorometri, namun yang banyak digunakan pada penentuan kadar besi ialah metode spektrofotometri UV-Vis, digunakan karena memiliki akurasi yang baik, cepat, dan mudah. Selain itu efektif dalam penentuan kandungan logam besi (Fe) secara kuantitatif (Dianawati,



2013). Spektrofotometri adalah alat yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometri menghasilkan sinar dan spektrum dengan panjang gelombang dan fotometri adalah alat untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisi atau diadsorpsi. Jadi spektrofotometri digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 1990).

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya oleh suatu senyawa kimia pada panjang gelombang tertentu. Penyerapan cahaya di daerah *ultraviolet* pada panjang gelombang 200-400 nm, dan sinar tampak pada panjang gelombang 400-800 nm (Herliani, 2008). Dalam suasana asam, besi dapat membentuk senyawa kompleks berwarna merah apabila direaksikan dengan ligan tiosianat. Ion kompleks yang terbentuk mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 470 nm (Rusmawan, 2011).

Dalam kerangka pemikiran yang disajikan dinyatakan bahwa limbah kulit pisang kepok dapat dijadikan sebagai adsorben yang dapat mengikat logam besi (Fe), karena memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi. Proses adsorpsi merupakan tahapan dalam proses pengolahan air terhadap sampel.

### **1.6 Hipotesis**

1. Diduga kulit pisang kepok dapat dijadikan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai media adsorben terhadap logam besi (Fe) dalam air.
2. Diduga terdapat korelasi antara konsentrasi karbon aktif kulit pisang kepok terhadap kandungan logam besi (Fe) dalam kedua jenis sumber air (air limbah dan air tanah).



## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R, 2004, *Kimia Lingkungan*, Edisi 1. Yogyakarta: Andi Offset. hlm 15-16
- Adinata, Mirsa Restu. 2013 “*Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Karbon Aktif*”, Skripsi, Jatim : Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional.
- Alfiany,H., Bahri, S. & Nurakhirawati, 2013,*Kajian Penggungan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan beberapa Aktivaror Asam*. Dalam *Jurnal Natural Science*, 2(3), pp.75-86
- Anonymous, 2004, *Buah Pisang Buletin Teknopro Hortikultura*, Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hortikultura. Edisi 72, Agustus, Dalam *Jurnal Teknologi Pangan Vol.4 No.1 November2012*, Palupi, Hapsari Titi, Universitas Yudharta Pasuruan.
- Astawan, Made, 2005, *Pisang Buah Kehidupan*, Kompas.
- BAPPENAS, 2000, *Pisang (Musa spp)*, Editor : Kemal Prihatman, Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan, David A. Bender.
- Badan Pusat Statistik, 2018, Produksi Buah-Buahan Provinsi Jawa Barat. Dalam <https://jabar.bps.go.id/statictable/2018/03/14/325/-produksi-buah-buahan-mangga-nanas-pepaya-pisang-dan-rambutan-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-barat-2016.htm>
- Castro, R. S. D., Caetano, L., Ferreira, G., Padilha, P. M., Saeki, M. J., Zara, L. F.,Martines, M. A. U., & Castro, G. R, 2011, *Banana peel applied to the solid phase extraction of copper and lead from river water: Preconcentration of metal ions with a fruit waste. Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(6), 3446-3451. Retrieved from [pubs.acs.org/IECR](https://pubs.acs.org/IECR). Diakses 6 Februari 2017
- Chairul, Abdi, Riza, M. K., & M. Wahyudin S., 2015, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata L.) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru : Fe dan Mn*, Kalimantan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Chandra, B., 2006, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta, EGC
- Deril, M & Novirina, H., 2014, *Uji Parameter Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Kota Surabaya*, Surabaya, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Volume 6 Nomor 1.

- Dewati, Retno, 2008, *Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Pembuatan Ethanol*, Surabaya, UPN Press.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta, Kanisius
- Febrina, Laila, 2014, *Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik*, Jakarta, Universitas Sahid.
- Franciska Jubilate, Titin, Anita, & Intan, S., 2016, *Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (Fe) Pada Air Tanah*, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Gabriel, J.F., 2001, *Fisika Lingkungan*, Cetakan Pertama, Jakarta, Penerbit Hipokrates.
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrument*, Semarang, IKIP Semarang Press.
- Herliani, A., 2008, *Spektrofotometri Pengendalian Mutu Agroindustri*. Program D4-PJJ
- Hewett, E., Stem A & Mrs. Wildfong, 2011, *Banana Peel Heavy Metal Water Filter*, <http://users.wpi.edu>, diakses 9 Desember 2015.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., & Choma, J., 1991, *Active Carbon*, New York, Ellis Horwood.
- Khopkar, S. M., 2003, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta, UI-Press.
- Marliana, Reny, R., 2016, *Probabilitas dan Statistika*, Sumedang, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer.
- Maycorry, Ade, 2017, *Efektivitas Sekam Padi dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali*, Medan, Universitas Sumatera Utara.
- McCabe, Warren, L. & Smith, J.C., 1999, *Operasi Teknik Kimia*. Alih Bahasa Jasiji, E.Ir., Edisi ke-4, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Munadjim, 1998, *Teknologi Pengolahan Buah Pisang*, Jakarta, PT. Gramedia.
- Muthohhary, Muhammad, 2017, *Penentuan Kadar Besi*. Tersedia: <https://www.scribd.com/document/86551288/Penentuan-Kadar-Besi>.

- Nationalgeographic, 2011, *Kulit Pisang Bersihkan Air dari Logam*, Dalam <http://Nationalgeographic.co.id/berita/2011/03/kulit-pisang-bersihkan-air-dari-logam>
- Notoatmodjo, D., 2007, *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Jakarta, Rineke Cipta.
- Pandapotan, Doni, 2016, *Pembuatan Arang Aktif Dari Limbah Kulit Pisang Raja (Musa Textilia) Untuk Meningkatkan Kualitas Fisik Air*, Medan, Fakultas Pertanian Kampus USU.
- Peraturan Kemenkes RI, 2010, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Jakarta, Kemenkes RI.
- Polban, Himka, 2017, *Laporan Penentuan Kadar Besi Spektronic 20*. Tersedia: <https://himka1polban.wordpress.com/laporan/spektrofotometri/laporan-penentuan-kadar-besi-spektronic-20/>.
- Purba, Michael, 2006, *KIMIA 2A*, Jakarta, Erlangga.
- Puslitbang, 2016, *Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan*, Bogor.
- Rahayu, T., 2004, *Karakteristik Air Sumur Dangkal di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya*, Surakarta, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah.
- Rusnawan, C., A., 2011, *Analisis Kolorimetri Kadar Besi (III) Dalam Sampel Air Sumur Dengan Metode Pencitraan Digital*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011, Bandung, Indonesia.
- Sembiring, Meilita, T., & Tuti, S., 2003, *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*, Medan, Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.
- Setiawan, Dana, *Penentuan Kadar Besi dalam Air*. Tersedia: [http://www.academia.edu/535021/Penentuan\\_Kadar\\_Besi\\_Dalam\\_Air](http://www.academia.edu/535021/Penentuan_Kadar_Besi_Dalam_Air).
- Singh, R. P., & Helmand, D. R., 2009, *Introduction to Food Engineering*, USA, *University of California*
- SNI 06-3730-1995, *Arang Aktif Teknis*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Sudarmadji, Slamet, 2003, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Yogyakarta, Kanisius
- Sudjana, 2005, *Metode Statistika*, Bandung, Tarsito.

- Sudrajat, R. & Soleh, S., 1994, *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*, Bogor, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Suhartini, Meri, 2012, *Modifikasi Limbah Kulit Pisang untuk Adsorben Ion Logam Mn (II) dan Cr (IV)*, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 14, No 2:229-234
- Sukowati, A., 2013, *Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat*, Tesis, Lampung, Magister Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung.
- Suryana, R., 2013, *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal Di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar*, skripsi. 16-18.
- Sutrisno, Totok, C., 2004, *Teknologi Penyedia Air Bersih*, Jakarta, Rineka Cipta.
- The journal of AOAC International, dalam <http://journal.ui.ac.index.php/mik/article/download/1136/1043>
- Widowati, Wahyu, 2008, *Efek Toksik Logam*, Yogyakarta, Andi.
- Wulandari, 2013, *Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana* C) sebagai Media Penjernihan Air*, Karya Tulis Ilmiah Program Studi Manajemen Lingkungan, Samarinda, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda,
- Wikipedia, 2018, *Air*, Diambil kembali dari Wikipedia.
- Wiji, 2010, *Penuntun Praktikum Kimia Analitik Instrument*, Bandung, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia
- Yulianti, Vedca, 2012, *Teknik Pengambilan Sampel Air*, Dalam <https://www.google.co.id/amp/s/yuliantivedca.wordpress.com/2012/05/20/teknik-pengambilan-sampel-air/amp/>