

# The Effectiveness Of Natural Coagulant Made From *Averrhoa bilimbi* L. Juice, CaO and Alum To Improve The Quality Of River Water

By :

**Emelia Nasution<sup>1)</sup>, Budijono<sup>2)</sup>, M. Hasbi<sup>2)</sup>**  
**emelia\_nasution@ymail.com**

## Abstrack

Sail river is one of polluted rivers in Pekanbaru, it has low pH and DO and high TDS, TSS, turbidity and colors. The quality of the water can be improved by flocculation – coagulation process. To understand the effectiveness of *Averrhoa bilimbi* L. juice as natural coagulant, a study has been conducted in January – April 2016. There were 4 treatments applied, P0 (control, no *A. bilimbi* juice), P1 (25 ml/L), P2 (35 ml/L) and P3 (45 ml/L). The juice was added to 10 L of river water, were stirred for 2 minutes and were sample for water quality study within 2 hours. Parameters measured were TSS, turbidity and colour. The treated water was then used for rearing *C. carpio*. By the for 4<sup>th</sup> day the survival rate of the fish was noted. The best treatment was obtained in P2, as the TSS decrease from 1,725 mg/L to 37 mg/L, the turbidity decrease from 906.67 NTU to 26.41 NTU, the color reduced from 1.79 TCU to 0.08 TCU and the survival rate of the fish was 83%. Based on data obtained, it was concluded that the juice of *A. bilimbi* can be used as a natural coagulants to improve the quality of river water.

**Keywords :** *Averrhoa bilimbi*, river water, natural coagulant, *Cyprinus carpio*

---

1) Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

2) Lecturer of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

## PENDAHULUAN

Sungai Sail merupakan salah satu bagian dari sub DAS Siak yang berada di wilayah Kota Pekanbaru yang berperan sebagai daerah tampungan dan keberadaannya sangat penting dalam daur hidrologi (BPS Kota Pekanbaru, 2006). Di sekitar daerah sungai ini terdapat berbagai aktifitas masyarakat seperti perumahan penduduk, rumah sakit, perbengkelan, perhotelan, pertokoan, pasar dan tempat pembuangan sampah.

Ditinjau dari kuantitasnya, sungai Sail memiliki potensi yang cukup besar dibidang perikanan baik dalam usaha pembenihan maupun pembesaran, namun masih terkendala dengan kualitas airnya yang masih rendah. Berdasarkan hasil analisis kualitas air Sungai Sail yang dilakukan oleh BLH Kota Pekanbaru pada tahun 2007, 2009 dan 2010 nilai TDS sungai Sail berkisar 24,8 - 159,4 mg/L, TSS 24,0-354,0 mg/L, kekeruhan 16,4 - 248,0 NTU, BOD 16,4- 76,2 mg/L, COD 52,4-254,8 mg/L dan pH 5,76-6,92.

Untuk memanfaatkan air sungai yang kualitasnya rendah tersebut, maka diperlukan adanya pengolahan dengan memanfaatkan koagulan. Koagulan yang umumnya digunakan adalah koagulan anorganik, seperti  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$  dan  $FeSO_4$  (Soliha, 2006). Penggunaan koagulan anorganik dapat menimbulkan dampak negatif. Maka dimanfaatkan air buah belimbing wuluh yang berasal dari tanaman lokal sebagai alternatif biokoagulan yang harganya murah, aman, dan dalam pemanfaatannya tidak memerlukan keahlian khusus.

Belimbing wuluh merupakan salah satu tanaman asli Indonesia yang memiliki khasiat sebagai koagulan organik. Keunggulan koagulan air buah belimbing wuluh dalam proses

koagulasi-flokulasi terhadap air sungai disebabkan oleh adanya kandungan konsentrasi asam yang tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Kasmono *dalam* Sutapa (2014) menyatakan penetralan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid. Konsentrasi asam tersebut diperoleh dari kandungan asam sitrat yang dimiliki oleh buah Belimbing wuluh yaitu sebesar 44,6 % (Subhadrabanduhu, 2001).

Keutamaan penelitian ini adalah diperolehnya potensi biokoagulan dari air buah belimbing wuluh dan ditemukannya alternatif solusi untuk mensubstitusi atau mengurangi penggunaan koagulan anorganik yang berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia, Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh air buah belimbing wuluh terhadap peningkatan mutu air sungai yang digunakan sebagai media hidup ikan mas.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan bulan Januari - April 2016 di Laboratorium PL Faperika Universitas Riau. Analisis parameter pH dan TDS dilakukan di Laboratorium PL Faperika Universitas Riau, parameter TSS, kekeruhan dan DO dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Faperika Universitas Riau, sedangkan parameter warna dilakukan di Laboratorium Tanah Faperta Universitas Riau.

Sampel air yang digunakan berasal dari Sungai Sail yang terdapat di Kota Pekanbaru. Jumlah air sungai yang digunakan ±300 L. Kemudian air sungai tersebut dikotorkan dengan cara diberi tanah hitam dan tanah kuning lalu diaduk hingga warna air lebih pekat. Air buah belimbing wuluh berasal dari buah tanaman belimbing wuluh yang segar sebanyak ±30 kg kemudian diblender kemudian disaring lalu di *centrifuge*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan konsentrasi air buah belimbing wuluh yang bervariasi, yakni P0 (0 ml/L = murni), P0+ (0 ml/L), P1 (25 ml/L), P2 (35 ml/L) dan P3 (45 ml/L).

Pengujian air buah belimbing wuluh dibagi atas penelitian pendahuluan dan penelitian inti. Konsentrasi terbaik yang diperoleh dari penelitian pendahuluan adalah P1H2 dengan pH 8,7, TDS 757 mg/L, TSS 18 mg/L, warna 0,035 TCU dan P2H3 dengan pH 8,2, TDS 489 mg/L, TSS 26 mg/L dan warna 0,052 TCU.

Parameter yang diukur sebelum dan setelah ditambahkan tawas meliputi pH, TDS, TSS, DO, kekeruhan, dan warna. Kemudian dianalisis menggunakan uji F dan uji lanjut BNT. Untuk mengetahui respon ikan uji dilihat berdasarkan *Survival-Rate* menggunakan persamaan Effendie *dalam* Rudiyananti dan Ekasari (2009), yaitu:

$$Survival Rate (SR) = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil uji air buah belimbing wuluh, kapur dan juga tawas yang diperoleh setelah dilakukan pengolahan adalah sebagai berikut.

### **pH (*Potential Hydrogen*)**

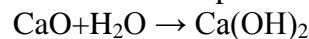
Sebelum diolah air sungai memiliki pH sebesar 6,2 yang berarti masih sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 kelas II bahwa kisaran nilai pH yang diperbolehkan adalah 6,0 – 9,0. Hal ini berarti bahwa ditinjau dari parameter pH, air sungai ini tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kelangsungan hidup organisme akuatik. Fluktuasi nilai pH dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai pH**

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	6,2	6,2	6,2	6,2
P0+	8,9	9	8,5	8,8
P1	7,3	7,4	7,9	7,5
P2	7,2	7,2	7,7	7,4
P3	7	7	6,9	7

Setelah penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas, semua nilai pH masih memenuhi standar baku mutu. Nilai pH terendah terdapat pada perlakuan P0 yakni 6,2 dan nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan P0+ yakni 8,8.

Peningkatan nilai pH ini disebabkan oleh kandungan basa pada kapur. Heynes *dalam* Herlina dkk (2013) mengatakan kapur merupakan salah satu batuan yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan pH. Ditambahkan oleh Suherman dan Sumawidjaya *dalam* Harahap (2016) mengatakan kapur dapat menaikkan pH karena di dalam air membentuk senyawa hidroksida yang bersifat basa. Berikut reaksi antara kapur dengan air :



Menurut Seamolec *dalam* Harahap (2016) pH yang dapat mendukung kehidupan ikan berkisar 5-9. Hal ini juga dikatakan oleh Mulyanto *dalam* Simanjuntak (2009) pH yang baik untuk kehidupan ikan berkisar 5 – 9 maupun 6,5 – 8,5.

Hasil uji ANAVA pH air sungai setelah ditambahkan air sungai, kapur dan tawas tidak diperoleh nilai signifikansi yang mengartikan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas terhadap pH tidak ada perbedaan dengan nilai probabilitas  $P > 0,05$ .

### **TDS (Total Dissolved Solid)**

Sebelum dilakukan pengolahan, nilai TDS air sungai sebesar 108 mg/L. Setelah diberi perlakuan dengan ditambahkan air buah belimbing wuluh kapur dan tawas, nilai TDS mengalami peningkatan. Nilai TDS terendah terdapat pada P0 sebesar 108 mg/L dan nilai TDS tertinggi terdapat pada P0+ sebesar 500 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semua nilai TDS masih sesuai dengan baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 kelas II bahwa kadar maksimum TDS adalah 1000 mg/L. Fluktuasi nilai TDS dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Nilai TDS (mg/L)**

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	108	74	142	108
P0+	478	531	492	500
P1	438	421	453	437
P2	418	460	430	436
P3	475	477	536	496

Meningkatnya nilai TDS tidak hanya disebabkan banyaknya bahan pencemar pada air sungai, namun juga karena warna air buah belimbing wuluh yang berwarna kehijauan serta adanya kandungan protein dan karbohidrat yang ada pada air buah belimbing wuluh. Hariyanto (2012) mengatakan bahwa buah belimbing wuluh mengandung protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, abu, kalsium, fosfor, besi, beta-karoten, vitamin A, thiamin, riboflavin, niasin, triterpenoid, dan air, senyawa flavonoid, saponin, dan vitamin C. Karbohidrat dan protein merupakan sebagian senyawa yang mudah larut dalam air (Septiana, 2012).

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam meningkatkan nilai TDS dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

### **Total Suspended Solid (TSS)**

Padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, serta limbah industri (Fardiaz *dalam* Pribadi, 2005).

Sebelum dilakukan pengolahan, nilai TSS air sungai sebesar 1725 mg/L. Setelah ditambahkan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas nilai TSS terendah terdapat pada P2 sebesar 37 mg/L, sedangkan untuk nilai TSS tertinggi pada P0 sebesar 1725 mg/L. Sebagian dari nilai TSS air uji telah sesuai dengan baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 kelas II bahwa kadar maksimum TSS adalah 50 mg/L. Fluktuasi nilai TSS dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai TSS (mg/L)**

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	2872	900	1402	1725
P0+	278	60	286	208
P1	60	68	18	49
P2	34	50	26	37
P3	104	68	110	94

Menurut Whardani (2014) materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser.

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam menurunkan nilai TSS dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

### **Dissolved Oxygen (DO)**

Berdasarkan hasil pengukuran nilai DO tertinggi terdapat pada P3 sebesar 4,1 mg/L, sedangkan nilai DO terendah pada P0 sebesar 2,0 mg/L. Sebagian dari nilai DO air uji telah sesuai dengan baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 bahwa nilai DO minimum adalah 4 mg/L. Berikut adalah fluktuasi nilai DO. Fluktuasi nilai DO dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Nilai DO (mg/L)**

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	2,2	2,1	1,6	2,0
P0+	2,3	2,8	2,5	2,5
P1	3,4	3,3	3,7	3,5
P2	4,6	3,8	3,0	3,8
P3	3,9	4,3	4,2	4,1

Pada dasarnya penurunan nilai DO dapat terjadi karena berbagai sebab yaitu kenaikan temperatur, rendahnya fotosintesis tanaman air, besarnya respirasi seluruh organisme air, aerasi yang kurang baik, kehadiran gas-gas lain serta adanya masukan bahan-bahan organik sehingga reaksi pemecahan yang memerlukan oksigen meningkat (Sukanto *dalam* Pribadi,

2005). Ditambahkan oleh Heriyati *dalam* Pribadi (2005) bahwa warna air limbah juga akan mengakibatkan turunnya kandungan oksigen di perairan yang menerima limbah tersebut.

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam meningkatkan nilai DO dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

### Kekeruhan

Sebelum dilakukan pengolahan nilai kekeruhan sebesar 906,67 NTU. Setelah ditambahkan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas, nilai kekeruhan tertinggi terdapat pada P0 sebesar 906,67 NTU, sedangkan nilai kekeruhan terendah pada P2 sebesar 26,41 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekeruhan masih berada diatas baku mutu berdasarkan Permenkes No. 416 Tahun 1990 bahwa kadar maksimum kekeruhan adalah 25 mg/L. Fluktuasi nilai kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Nilai Kekeruhan (NTU)**

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	983	747	990	906,67
P0+	247	10,22	246	167,74
P1	30,09	36,15	24,18	30,14
P2	36,81	14	28,41	26,41
P3	88	45,82	158	97,27

Menurunnya nilai kekeruhan ini disebabkan karena adanya koagulan yang dapat membantu proses koagulasi sehingga partikel yang dapat menambah nilai kekeruhan telah berikatan satu sama lain membentuk flok dan mengendap secara sempurna sehingga dapat menurunkan nilai kekeruhan. Koesobiono *dalam* Pribadi (2005) pengaruh utama dari kekeruhan adalah penurunan penetrasi cahaya secara mencolok sehingga menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis algae dan fitoplankton. Menurunnya aktivitas fotosintesis ini berakibat pada penurunan produktivitas perairan.

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam menurunkan nilai kekeruhan dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

### Warna

Warna air yang terdapat di alam sangat bervariasi, misalnya kuning, coklat atau kehijauan. Air sungai biasanya berwarna kuning kecoklatan karena mengandung lumpur. Sebelum diolah air sungai memiliki warna 1,79 TCU, setelah ditambahkan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas diperoleh nilai warna tertinggi pada P0 sebesar 1,79 TCU dan warna terendah pada perlakuan P1 sebesar 0,07 TCU. Fluktuasi nilai warna dapat dilihat pada Tabel 6.

Menurunnya nilai warna berbanding lurus dengan menurunnya nilai TSS dan kekeruhan. Penurunan nilai warna ini juga dipengaruhi oleh flokulasi. Semakin besar flok yang terbentuk, maka semakin banyak partikel yang dapat mengendap didasar perairan sehingga semakin sedikit pula jumlah partikel yang ada pada kolom dan permukaan air sampel yang dapat menambah nilai warna.

**Tabel 6. Nilai Warna (TCU)**

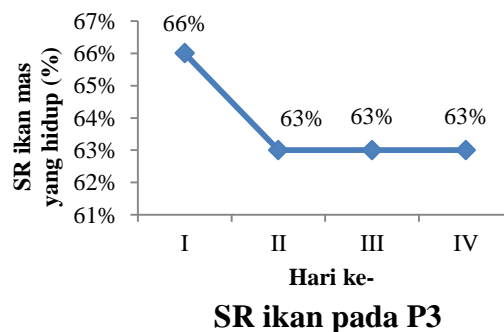
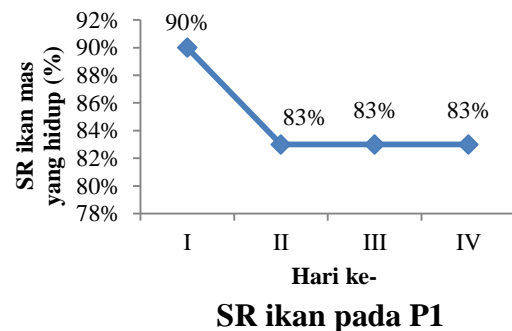
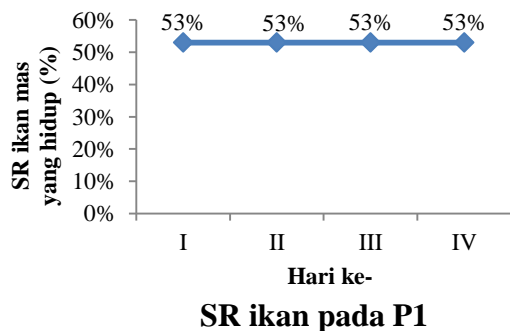
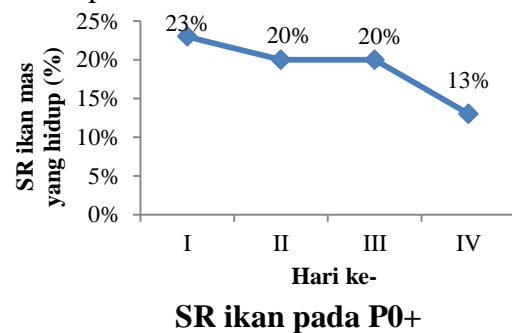
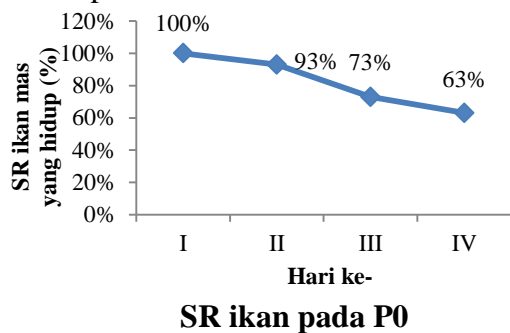
Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
P0	1,87	1,7	1,8	1,79
P0+	0,8	0,05	0,79	0,55
P1	0,08	0,08	0,04	0,07
P2	0,11	0,06	0,06	0,08
P3	1,29	0,17	0,5	0,65

Fardias *dalam* Pribadi (2005) mengatakan bahwa warna air dapat dijadikan sebagai salah satu indikator terjadinya pencemaran lingkungan perairan.

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam menurunkan nilai warna dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

**Survival Rate (SR) *Cyprinus carpio***

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas diperoleh nilai SR ikan mas tertinggi terdapat pada P2 sebesar 83% sedangkan SR terendah pada P0+ sebesar 13%. SR ikan mas dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Survival Rate Ikan Mas**

Ratningsih *dalam* Purwidyo (2016) mengatakan ikan mas memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap pencemaran sehingga secara internasional ikan mas dapat menjadi bioindikator pencemaran perairan. Kepekaan ikan mas terhadap perubahan lingkungan ditandai dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan melihat jumlah kematian ikan dalam suatu populasi.

Tingginya nilai pH pada perlakuan P0+ disebabkan pemberian kapur dan dan tawas tanpa adanya campuran air belimbing wuluh yang juga turut membantu tawas untuk menurunkan pH menyebabkan pH menjadi tinggi (basa). Menurut Arafad *dalam* Husni dan Esmeralda (2010 ) nilai pH yang cocok untuk kehidupan ikan *cyprinidae* (ikan mas) berkisar 6,00 - 9,00.

Tingginya nilai TSS dapat menimbulkan dampak negatif bagi organisme akuatik. Dampak TSS terhadap kehidupan organisme, seperti :1)Abrasi langsung terhadap insang binatang air; 2)Penyumbatan insang ikan atau selaput pernapasan lainnya; 3)Menghambat tumbuhnya/*smothering* telur atau kurangnya asupan oksigen karena terlapisi oleh padatan; 4)Gangguan terhadap proses makan, termasuk proses mencari mangsa dan menyeleksi makanan (Hartami, 2008).

Konsentrasi DO yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan-ikan dan binatang air lainnya yang membutuhkan oksigen akan mati. Tak berbeda halnya dengan kekeruhan, tingginya nilai kekeruhan dapat menyebabkan stres bahkan kematian pada ikan (Jukri *et al. dalam* Harahap, 2016). Sementara itu, tingginya nilai warna disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi, termasuk yang bersifat koloid.

Berdasarkan hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa penambahan air buah belimbing wuluh, kapur dan tawas berbeda sangat nyata dalam meningkatkan nilai SR dengan probabilitas  $P < 0,01$ .

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Terdapat pengaruh penggunaan air buah belimbing wuluh dalam meningkatkan mutu air sungai.
2. Air buah belimbing wuluh dan kapur saja belum mampu meningkatkan kualitas air sungai sesuai dengan baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 dan Permenkes No. 416 Tahun 1990.
3. Konsentrasi terbaik terdapat pada perlakuan P2, pH sebesar 7,4, TDS sebesar 436 mg/L, TSS sebesar 37 mg/L, DO sebesar 4,2 mg/L, kekeruhan sebesar 26,41 NTU dan warna sebesar 0,08 TCU dan SR mencapai 83%.

### **Saran**

Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk melakukan penelitian mengenai air buah belimbing wuluh dengan konsentrasi, waktu, dan parameter uji yang lebih beragam agar hasil olahannya dapat sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru Tahun 2007. Laporan Kegiatan Pemantauan Kualitas Air Sungai Siak dan Anak Sungai Siak di Kota Pekanbaru. Pekanbaru.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru Tahun 2010. Laporan Kegiatan Pemantauan Kualitas Air Sungai Siak dan Anak Sungai Siak di Kota Pekanbaru. Pekanbaru.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru. 2009. Laporan Kegiatan Pemantauan Kualitas Air Sungai Siak dan Anak Sungai Siak di Kota Pekanbaru. Pekanbaru.

- Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru. 2006. Pekanbaru Dalam Angka. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Pekanbaru Bekerjasama dengan Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru. Pekanbaru. 121 hal.
- Harahap, I.F. 2016. Pemanfaatan Air Buah Belimbing Wuluh (*Averhoa bilimbi*) dalam meningkatkan mutu Air gambut Sebagai Media Hidup Ikan. Universitas Riau. Skripsi. Pekanbaru.
- Hariyanto, V.A. 2012. Efek Samping Jus Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Kadar ggt (Gamma Glutamyl Transferase) Tikus Jantan Galur Wistar. KTI. Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- Harsanti, D. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Boron Karbida Dari Asam Borat, Asam Sitrat dan Karbon Aktif. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol 11 No 1: Hal 29-40.
- Hartami, P. 2008. Analisis Wilayah Perairan Teluk Pelabuhan Ratu untuk Kawasan Budidaya Perikanan Sistem Keramba Jaring Apung. Tesis: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Herlina, A, dkk. 2013. Pengaruh Fly Ash dan Kapur Tohor pada Netralisasi Air Asam Tambang Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH, Fe & Mn) di IUP Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. Universitas Sriwijaya. Palembang. 8 hal.
- Husni, H., Esmeralda. 2010. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tahu “Super”, Padang). Universitas Andalas. Padang. 13 hal.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Pribadi, M.A. 2005. Evaluasi Kualitas Air Sungai Way Sulan Kecil Kabupaten Lampung Selatan. IPB. Bogor.
- Purwidyo, A., Nurwulan., Syahri, M., Z. 2016. Uji Toksisitas Akut LC50-24 Jam dengan Pyretroid Pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. 12 hal.
- Rudiyanti, S., Ekasari, A.D. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G. Jurnal Saintek Perikanan Vol. 5, No. 1, 2009. Hal 49-54.
- Septiana, A.T. 2012. Kajian Sifat Fisiokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum duplicatum*) Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. Jurnal Agrotek 6 (1): 22-28.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. LIPI. Jakarta. Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci) XI (1): 31-45 ISSN: 0853-6384. Hal 31-35.



- Soliha, L. 2006. Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Kulit Buah Coklat (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Kecepatan Koagulasi Dalam Pengolahan Air. Skripsi. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam .Universitas Jember.
- Subhadrabanduhu, S. 2001. Under Utilized Tropical Fruit of Thailand. <http://www.fao.org/3/a-ab777e.pdf>. Akses : 05/06/2015.
- Sutapa, Ignasius, D.A. 2014. Perbandingan Efisiensi Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Aluminium Sulfat dalam Menurunkan Turbiditas Air Gambut Dari Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. Vol. 24 No. 1 : Hal 13-21.
- Whardani, E, dkk. 2014. Penentuan Jenis dan Dosis Koagulan dalam Mengolah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. Iteas Bandung. Bandung. 15 hal.