

Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/1988 tentang zat warna yang dinyatakan berbahaya dan dilarang digunakan di Indonesia (Djarismawati, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap arang tulang (*bone char*) terhadap *rhodamine B* dengan mengukur seberapa besar konsentrasi sisa *rhodamine B* yang diperoleh setelah proses adsorpsi, yaitu dengan melakukan variasi terhadap ukuran partikel adsorben, berat adsorben dan lamanya waktu penyerapan. Sehingga nantinya didapatkan efisiensi dari penggunaan adsorben arang tulang ini.

II. Tinjauan Pustaka

Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Sembiring, 2003).

Arang aktif merupakan senyawa karbon *amorph* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon seperti: kayu, tempurung kelapa, tulang hewan, serbuk gergaji, sekam, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, tongkol jagung, sabut kelapa dan batu bata. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300 – 3500 m²/gram, ini sangat berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben yang sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus dengan ukuran 0,01 – 0,000001 mm. Arang aktif bersifat sangat aktif dan menyerap apa saja yang berkontak dengan arang tersebut. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25% – 1000% terhadap berat arang aktif. Dalam waktu 60 jam, biasanya arang aktif tersebut menjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Oleh karena itu, biasanya arang aktif dikemas dalam kemasan yang kedap udara.

Arang aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu arang aktif sebagai pemucat dan arang aktif sebagai penyerap uap. Arang aktif sebagai pemucat biasanya berbentuk *powder* yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu dan banyak digunakan pada industri kimia. Diperoleh dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah seperti serbuk gergaji dan ampas pembuatan kertas. Sedangkan arang aktif sebagai penyerap uap Arang aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk *granular* atau *pellet* yang sangat keras dan berdiameter pori antara 10 – 200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk mendapatkan kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Biasanya diperoleh dari bahan baku yang mempunyai struktur keras seperti tempurung kelapa, tulang hewan dan batu bata.

Arang Tulang

Secara umum, tulang pada manusia dan hewan merupakan struktur tubuh yang mengalami proses penyerapan dan pembentukan secara terus menerus. Tulang adalah bahan yang hidup dan tumbuh, tulang mempunyai kerangka protein. Selain sebagai struktur tubuh, tulang juga merupakan sumber *reservoir* terbesar dari kalsium dan *phosphate*, 99% kalsium terdapat di tulang (1000 gr) dari jumlah kalsium tubuh, sedangkan *phosphate* dalam tulang mencapai 90% dari *phosphate* yang terdapat di dalam tubuh (Prawirohartono, 2000). Pada tulang juga terkandung kolagen yang merupakan protein penyusun tubuh. Keberadaan kolagen kurang lebih mencapai 30% dari seluruh jumlah protein yang terdapat di tubuh. Kolagen ini adalah struktur organik pembangun tulang.

Tulang hewan dapat diproses menjadi arang aktif dengan cara mengarangkan tulang tersebut. Dalam proses pengarangan, tulang diabukan, sehingga bahan organik terbakar habis. Karena kandungan mineral (terutama kalsium) cukup tinggi, bahan akan tersisa menjadi arang. Selanjutnya, dengan proses pembersihan menggunakan metode tertentu, dapat dihasilkan arang aktif. Arang aktif banyak dibutuhkan dalam proses penyaringan, penjernihan air dan untuk proses pemucatan.

Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses akumulasi suatu zat pada bidang batas (*interface*) di antara dua fase. Fase-fase ini dapat berupa kombinasi antara cairan-cairan, cairan-padatan, gas-padatan dan

gas-cairan. Proses adsorpsi yang paling umum dilakukan adalah fase gas-padat dan fase cair-padat. Komponen-komponen yang terdapat dalam proses adsorpsi adalah adsorbat dan adsorben (Noll, 1992). Adsorbat merupakan bahan yang terserap, sedangkan adsorben adalah fase penjerap. Adsorben dapat berasal dari alam (natural) dan sintetik (buatan). Adsorben yang banyak digunakan adalah adsorben padat karena lebih mudah untuk proses pemisahannya. Adsorben padat mempunyai struktur kristal yang berbeda-beda, antara lain: *amorf*, *microcrystallin* (Perry, 1997).

Menurut Kirk and Othmer (1981), keunggulan proses adsorpsi dengan adsorben padat dibandingkan proses pemisahan yang lain adalah:

1. Mudah dalam pemisahan hasil.
2. Adsorben dapat diregenerasi/dipakai berulang-ulang.
3. Lebih selektif terhadap zat yang dipisahkan.
4. Adsorben tidak mudah terkorosi.

Proses adsorpsi dilakukan dengan mengontakkan larutan dengan padatan adsorben, sehingga sebagian komponen larutan di adsorpsi pada permukaan padatan dan akibatnya akan mengubah komposisi larutan yang keluar.

Proses adsorpsi dapat digunakan untuk memisahkan campuran yang relatif sulit dipisahkan dengan cara distilasi, ekstraksi dan kristalisasi. Pada dasarnya, proses adsorpsi akan melibatkan berbagai tahap sebagai berikut:

1. Kontak antara fluida dengan padatan adsorben. Pada tahap ini terjadi adsorpsi fluida ke permukaan padatan adsorben,
2. Pemisahan fluida yang tidak mengalami adsorpsi,
3. Regenerasi adsorben.

Arang aktif adalah salah satu adsorben yang sering dipakai pada proses adsorpsi. Pada permukaan arang aktif banyak ditemukan gugus fungsional yang menyebabkan pengikatan terhadap molekul adsorbat. Gugus fungsional tersebut diantaranya adalah gugus fungsional karboksil, hidroksil phenolik dan gugus fungsional karbonil (Noll, 1992).

Arang aktif mempunyai padatan yang berpori yang sebagian besar berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang perlu diperhatikan karena struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori arang aktif, maka luas permukaan akan semakin besar. Dengan demikian, kecepatan adsorpsi akan bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan untuk menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap.

Rhodamine B

Rhodamine B adalah salah satu pewarna sintetik yang tidak boleh dipergunakan untuk makanan, selain itu pewarna lainnya yang dilarang adalah *methanil yellow*. *Rhodamine B* memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$, dengan berat molekul sebesar 479.000 mg/ml. *Rhodamine B* berbentuk kristal hijau atau serbuk ungu kemerah-merahan, sangat mudah larut dalam air yang akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan. Selain mudah larut dalam air juga larut dalam alkohol, HCl dan NaOH (halalguide, 2008).

Rhodamine B ini biasanya dipakai untuk mewarnai kertas, tekstil (sutra, wool dan kapas), sabun, kayu dan kulit. Di laboratorium digunakan sebagai pereaksi/reagensia untuk identifikasi antimon, kobalt, niobium, emas, mangan, air raksa, thantalum, talium dan tungsten serta untuk pewarna biologik. Namun, *rhodamine B* sampai sekarang masih banyak digunakan untuk mewarnai berbagai jenis makanan dan minuman, seperti kue-kue basah, saus, sirup, kerupuk, tahu (khususnya *methanil yellow*) dan lain-lain.

Zat warna *rhodamine B* ini merupakan zat warna yang bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dan menyerang hati. Selain itu, zat warna sintetik ini sangat berbahaya bagi anak-anak kecil yang *hypersensitif*, dapat mengakibatkan gejala-gejala akut yaitu kulit memerah, meradang sampai bengkak, noda-noda ungu pada kulit, pandangan kabur pada penderita asma atau alergi lainnya. Efek *rhodamine B* ini biasanya baru dirasakan 10 – 20 tahun, secara signifikan *rhodamine B* mengurangi jumlah sel yang terdapat di dalam tubuh (Djarismawati *et al*, 2004).

III. Metodologi Penelitian

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain:

1. Tulang sapi yang diperoleh dari Pasar-pasar Tradisional di Pekanbaru,
2. N-Heksan,
3. *Rhodamine B* yang diperoleh dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Provinsi Riau, Pekanbaru dan
4. Aquadest

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Ayakan,
2. Furnace,
3. Penangas/hot plate,
4. Wadah yang terbuat dari kaleng,
5. Gelas ukur,
6. Timbangan analitis,
7. Labu ukur,
8. Erlenmeyer,
9. Kertas saring dan
10. Corong

Prosedur Penelitian

Pengambilan dan Penyiapan Sampel

Tulang sapi yang diperoleh dari Pasar-pasar Tradisional di Pekanbaru dibersihkan dari sisa-sisa kotoran dengan cara dicuci dengan air bersih, lalu direndam dengan heksan untuk melarutkan lemaknya sambil dipanaskan di atas penangas air. Tulang yang telah dibersihkan tersebut kemudian ditimbang seberat 2 kg, lalu dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari kaleng dan tertutup rapat, sisi-sisinya diberi lubang yang berdiameter kira-kira 2 – 2,4 mm. Kemudian dipanaskan dalam *furnace* selama 6 – 7 jam pada suhu berkisar antara 700 – 800 °C (Amir, 2003). Setelah selesai, tulang yang sudah menjadi arang dikeluarkan dan dihaluskan dengan ukuran 10 - 100 *Mesh*. Sampel *rhodamine B* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Provinsi Riau, Pekanbaru.

Pembuatan Kurva Standar Larutan *Rhodamine B*

Larutan standar digunakan pada penelitian ini adalah larutan *rhodamine B* dengan blangko aquadest. Dilakukan pembuatan larutan standar *rhodamine B* dengan cara melarutkan 1 gram *rhodamine B* standar pabrik ke dalam 1 liter aquadest. Kemudian dilakukan beberapa kali pengenceran sebanyak 12 kali dengan konsentrasi 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 5, 2, 1 dan 0,5 ppm. Hasil pengenceran diukur dengan spektrofotometer *visible* untuk mencari panjang gelombang maksimum serapan. Dari hasil pengukuran, didapatlah panjang gelombang maksimum serapan larutan *rhodamine B* yaitu sebesar 552 nm. Setelah panjang gelombang maksimum serapan didapat, dilakukan pengukuran terhadap hasil setiap pengenceran untuk diukur besarnya absorbansi setiap konsentrasi larutan. Dari data yang diperoleh dibuat sebuah kurva standar, yang menghubungkan konsentrasi (C) sebagai ordinat dan absorbansi (Abs) sebagai absis sehingga didapatkan grafik yang linear.

Penentuan Daya Serap Arang Tulang

Dalam proses ini, dilakukan variasi yang mempengaruhi proses penyerapan *rhodamine B*, yaitu variasi ukuran partikel adsorben, variasi berat adsorben dan variasi lamanya waktu penyerapan dengan konsentrasi sampel *rhodamine B* yang tetap yaitu sebesar 200 ppm. Proses penyerapan *rhodamine B* dilakukan dengan cara kontak, yaitu dengan mencampurkan adsorben arang tulang di atas gelas kimia yang berisi larutan sampel *rhodamine B*, lalu campuran diaduk dan disaring. Bahan yang akan dianalisa adalah daya serap arang tulang terhadap *rhodamine B* dengan mengukur seberapa besar penurunan konsentrasi *rhodamine B* yang diperoleh setelah proses adsorpsi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer *visible* (Amir, 2003).

Rumus penentuan besarnya daya serap ini yaitu:

$$y = ax + b \quad (1)$$

dimana y adalah konsentrasi larutan sisa yang telah diserap, x merupakan absorbansi sampel yang dihasilkan melalui pengukuran dengan alat spektrofotometer *visible*.

Dari nilai konsentrasi larutan sisa yang didapat, maka dapat dihitung juga konsentrasi larutan yang terserap yaitu sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi (C)} = C_0 (\text{konsentrasi awal larutan}) - y (\text{konsentrasi sisa})$$

Analisa Hasil

Besarnya konsentrasi *rhodamine B* yang diserap oleh adsorben arang tulang, dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer *visible*. Hasil analisa adsorpsi pada arang tulang ini didasarkan pada penurunan konsentrasi yang diperoleh. Nilai absorbansi masing-masing sampel yang terbaca pada alat spektrofotometer dimasukkan ke persamaan kurva standar, sehingga dari hasil persamaan didapatkan konsentrasi dari masing-masing sampel tersebut.

Analisa Data

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data perubahan konsentrasi *rhodamine B* antara sebelum dan setelah proses adsorpsi, ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara daya serap arang tulang terhadap berbagai variabel yang divariasikan.

Secara deskriptif, perhitungan daya serap arang tulang ini adalah nilai yang menunjukkan perbandingan antara besarnya nilai parameter yang masuk ke suatu proses dengan nilai yang keluar dari proses tersebut. Daya serap arang tulang tersebut dinyatakan dalam bentuk efisiensi, besarnya efisiensi dinyatakan dalam bentuk persentase (%), dengan rumus sebagai berikut:

$$E_f = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\% \quad (\text{Tjokrokusumo, 1998}) \quad (2)$$

Dimana: E_f = efisiensi proses penurunan parameter (%)
 C_o = konsentrasi parameter saat masuk ke proses
 C_i = konsentrasi parameter saat keluar dari proses.

Hasil dan Pembahasan

Kurva Kalibrasi

Dari analisa spektrometri larutan sampel *rhodamine B* dengan blangko aquadest pada berbagai konsentrasi, diperoleh nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 Nilai Absorbansi Larutan Standar

No.	Konsentrasi Larutan Standar <i>Rhodamine B</i> (ppm)	Absorbansi (Abs)
1.	0	0
2.	0,5	0,011
3.	1	0,020
4.	2	0,039
5.	5	0,104
6.	10	0,237
7.	20	0,316
8.	30	0,492
9.	40	0,601
10.	50	0,792
11.	60	0,813
12.	70	0,897
13.	80	0,954

Pengaruh Ukuran Butir Adsorben (*Mesh*)

Data hasil penelitian pengaruh ukuran butir adsorben (*mesh*) dengan berat adsorben sebesar 3 gr, konsentrasi sampel awal 200 ppm, volume sampel 100 ml dan waktu kontak 30 menit, diperoleh data yang disajikan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Hasil Penelitian Berdasarkan Pengaruh Ukuran Butir Adsorben

Ukuran Butir Adsorben (<i>Mesh</i>)	Konsentrasi Sampel (ppm)		Daya Serap Arang Tulang (%)
	Awal	Sisa	
10	200	88,87616	55,56192
20	200	69,44345	65,27828
40	200	40,25537	79,87232
60	200	21,75918	89,21242
80	200	3,57516	98,21242
100	200	2,17038	98,91481

Dari tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa daya serap arang tulang terhadap *rhodamine B*, maksimum pada ukuran partikel 100 *mesh* yaitu dengan didapatnya konsentrasi setelah proses adsorpsi sebesar 2,17 ppm dan daya serap dari arang tulang sebesar 98,91%. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran partikel adsorben, maka luas permukaan kontak adsorben akan semakin besar, sehingga adsorbat yang terserap juga semakin banyak.

Sebenarnya dari hasil penelitian yang dilakukan, terlihat pada ukuran partikel adsorben 80 *mesh* penyerapan sudah mulai mengalami keadaan setimbang, terbukti dengan penurunan konsentrasi yang didapat tidak menunjukkan perbedaan yang terlalu jauh.

Hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Handiyatmo (1999), yaitu semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin banyak adsorbat yang terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik.

Pengaruh Berat Adsorben (gr)

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh ukuran partikel arang tulang terhadap penurunan konsentrasi *rhodamine B*, didapatlah ukuran partikel arang tulang yang memiliki daya serap paling bagus yaitu ukuran partikel 100 *mesh*. Hasil perhitungan daya serap arang tulang terhadap penyerapan *rhodamine B* dengan variasi berat adsorben yang digunakan, sebagai variabel tetapnya digunakan ukuran partikel adsorben 100 *mesh*, konsentrasi sampel awal 200 ppm, volume sampel 100 ml dan waktu kontak 30 menit yang dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Data Hasil Penelitian Berdasarkan Pengaruh Berat Adsorben

Berat Adsorben (gr)	Konsentrasi Sampel (ppm)		Daya Serap Arang Tulang (%)
	Awal	Sisa	
1	200	7,009048	96,49548
2	200	2,872769	98,56362
3	200	2,716683	98,64166
4	200	2,560597	98,71970
5	200	2,560597	98,71970

Secara teoritisnya penambahan berat material adsorben berbanding lurus dengan penambahan jumlah partikel dan luas permukaan kontak material tersebut, sehingga daya serapnya akan semakin bertambah pula. Ini artinya semakin berat adsorben yang digunakan, maka jumlah adsorbat yang terserap juga semakin banyak. Hal ini terjadi karena semakin banyak/besar jumlah adsorben, berarti luas pula permukaan adsorben. Jika luas permukaan adsorben semakin luas, maka jumlah adsorbat yang terserap pada adsorben juga akan semakin banyak, karena konsentrasi adsorbat dalam pelarut semakin kecil dengan semakin banyaknya jumlah adsorben. Seperti diketahui bahwa pada keadaan setimbang semakin kecil konsentrasi, semakin sedikit adsorbat yang terserap pada adsorben (Handiyatmo, 1999).

Dari tabel 3 diketahui bahwa berat adsorben yang maksimum digunakan yaitu sebesar 4 gr dengan penurunan konsentrasi yang diperoleh sebesar 2,56 ppm, besarnya daya serap yaitu

98,72%. Pada berat adsorben 3 gr, diketahui keadaan penyerapan sudah mulai setimbang dan konstan pada berat adsorben 5 gr. Ini artinya, dengan berat adsorben 3 gr saja adsorben arang tulang ini sudah mampu menyerap dengan baik.

Pengaruh Lamanya Waktu Penyerapan

Berdasarkan hasil penelitian variasi ukuran partikel adsorben dan variasi berat adsorben, terhadap penurunan konsentrasi *rhodamine B*, didapatkan ukuran partikel adsorben yang memiliki daya serap paling bagus yaitu ukuran partikel 100 *mesh* dan berat adsorben yang maksimum untuk digunakan yaitu 4 gr. Hasil perhitungan daya serap arang tulang terhadap *rhodamine B* dengan variasi lamanya waktu penyerapan, variabel tetap yang digunakan yaitu ukuran partikel adsorben 100 *mesh*, berat adsorben 4 gr, konsentrasi sampel awal 200 ppm dan volume sampel 100 ml dapat dilihat pada tabel 4 berikut

Tabel 4. Data Hasil Penelitian Berdasarkan Pengaruh Lama Waktu Penyerapan

Lama Waktu Penyerapan (Menit)	Konsentrasi Sampel (ppm)		Daya Serap Arang Tulang (%)
	Awal	Sisa	
15	200	4,043414	97,97829
30	200	3,965371	98,01731
45	200	2,794726	98,60264
60	200	1,077780	99,46111
75	200	2,170382	98,91481
90	200	2,170382	98,91481

Menurut Amir (2003), semakin lama waktu penyerapan maka akan didapatkan hasil penyerapan yang baik dan ini tentunya akan berpengaruh pula terhadap besarnya daya serap dari suatu adsorben.

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa lamanya waktu penyerapan yang maksimum pada penelitian yaitu pada menit ke 60 dengan daya serap sebesar 99,46% dan konsentrasi sisa proses yaitu sebesar 2,17 ppm. Dari penelitian yang dilakukan, terlihat pada menit ke 75 terjadi penurunan daya serap dari arang tulang ini, artinya pada menit ke 60 arang tulang tersebut telah jenuh sehingga tidak mampu lagi menyerap dengan baik. Penurunan daya serap yang terjadi terlihat konstan dari menit 75 ke menit 90, ini menunjukkan bahwa gugus fungsi yang ada pada arang tulang telah jenuh dan tidak mampu lagi untuk menyerap adsorbat (Arjuna, 2006).

Diketahui bahwa arang tulang diperoleh dari limbah-limbah tulang sisa dari hasil usaha peternakan. Arang tulang sebagai adsorben alternatif memiliki banyak keunggulan bila dibandingkan dengan adsorben lain contohnya lempung aktif (*activated clay*), tanah serap (*fuller earth*). Berdasarkan dari hasil penelitian, arang tulang memiliki daya serap yang tinggi, karena arang tulang ini mempunyai pori-pori dalam jumlah besar. Karena daya serapnya yang tinggi dalam menyerap zat warna, maka arang tulang ini sangat efektif digunakan dalam jumlah kecil. Arang tulang juga dapat menyerap sebagian bau yang tidak dikehendaki (Amir, 2003).

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Kondisi maksimum penyerapan warna yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada ukuran partikel adsorben 100 *mesh* dengan daya serap sebesar 98,91%, berat adsorben maksimum sebesar 4 gr dengan besarnya daya serap yaitu 98,72% dan lama waktu penyerapan yang maksimum yaitu selama 60 menit dengan besarnya daya serap yaitu sebesar 99,46%.
2. Arang tulang (*bone char*) merupakan adsorben alternatif yang bersifat ekonomis, efektif dan memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi yaitu mencapai 99,46%.

V. Daftar Pustaka

- [1] Amir, H., 2003. “Karakterisasi Penyerapan β -Karoten Pada Crude Palm Oil Dengan Adsorben Alternatif Arang Tulang”, *Ps. Pendidikan Kimia, FKIP Universitas Bengkulu.*, Hal. 58 – 65.
- [2] Arjuna, 2006, “ Optimasi Ampas Tebu Sebagai Penyerap Logam Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Dalam Limbah Cair”, Laporan Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- [3] Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), 2006, “*Public Warning / Peringatan No: KH.00.01.3352 Tanggal: 7 September 2006 Tentang Kosmetik Yang Mengandung Bahan Dan Zat Warna Yang Dilarang*”.
- [4] Djarismawati, 2004 “Pengetahuan Dan Perilaku Pedagang Cabe Merah Giling Dalam Penggunaan *Rhodamine B* Di Pasar Tradisional Di DKI Jakarta” *Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 3 No 1, April 2004.*, Hal: 7 - 12.
- [5] Handiyatmo.E.T., 1999, “Adsorpsi Polutan Komponen Ganda Senyawa Fenol (2,4 DCP dan Fenol) Dengan Zeolit”, *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.*
- [6] http://www.halalguide.info/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=778. 2008
- [7] <http://www.articlewisdom.com/Article/Hati-hati-Mengonsumsi-Penggunaan-Berwarna-Cerah/25387> yang direkam pada 14 Juni 2008 05:22:35 GMT.
- [8] <http://s1Fa.wordpress.com/2008/05/23/halalkah-yang-ada-disekitar-mu/2008>
- [9] Kirk and Othmer, 1981, “*Chemical Engineering Encyclopedia*”, New York.
- [10] Noll,K.E., Gounaris, V. and Sun How, W., 1992, “*Adsorption Technology for Air And Water Pollution Control*”, 1st Ed., Lewis Publishers, Hal. 21-22, 28-29, 35-36.
- [11] medikasari@yahoo.com, 2002, “Bahan Tambahan Makanan: Fungsi Dan Pengganya Dalam Makanan”, Institut Pertanian Bogor.
- [12] Perry, R.H. and Green, D., 1984, “*Chemical Engineers’ Handbook*” 6 Ed., Mc Graw Hill Kagakusha Ltd, Tokyo, Hal. 16-20.
- [13] Prawirohartono, Slamet., 2000, “*Sains Biologi – 2a*” Bumi Aksara, Jakarta.
- [14] Sembiring, M, 2003, “ Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)”, *Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.*, Hal. 1-9.
- [15] Treyball,R.E., 1981”*Mass Transfer Operations*”, 3rd Ed., Mc Graw Hill Kagakusha Ltd, Tokyo, Hal. 556-557.
- [16] Von, 2008, “<http://de.wikipedia.org/wiki/Rhodamine>”