

PENURUNAN *SMOKY FLAVOR* DAN INTENSITAS WARNA ASAP CAIR MELALUI ADSORPSI BERTINGKAT MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI SEKAM PADI

Iffah Muflihati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur No.24, Dr. Cipto Semarang Telp. (024) 8316377

Email : iffah_0303@yahoo.com

Abstrak

Asap cair sebagai bahan pengawet pengganti formalin memiliki aroma asap yang sangat kuat serta warna yang kurang jernih. Sifat tersebut dapat dikurangi melalui proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan garam aktivator dalam pembuatan arang aktif dari sekam padi sebagai adsorben untuk mengadsorpsi aroma asap dan warna pada asap cair.

Aktivasi kimia dilakukan melalui proses perendaman arang sekam padi ke dalam larutan NaCl, NaHCO₃, CaCl₂, dan Na₂SO₄ masing-masing sebanyak 4%. Aktivasi fisika dilakukan dengan membakar arang sekam padi yang telah diaktivasi kimia ke dalam tungku pirolisator bersuhu 300°C. Adsorpsi asap cair dengan arang aktif sekam padi dilakukan pada kolom 5 tingkat, dan hasil adsorpsi dari tiap kolom dianalisis *smoky flavor* secara sensoris serta intensitas warnanya.

Arang sekam padi yang diaktivasi dengan Na₂SO₄ pada kolom kelima efektif menurunkan intensitas *smoky flavor* pada asap cair sebesar 31%. Aktivasi arang sekam padi dengan garam NaCl efektif menurunkan intensitas warna pada asap cair dengan persentase penurunan sebesar 43,98% pada kolom kelima.

Kata kunci : Asap cair, Arang aktif, Garam aktivator, *Smoky flavor*, Warna

Abstract

Liquid smoke as food preservative to replace formaldehyde has strong smoky flavor and dark color. These characteristics can be reduced by adsorption process using activated carbon. The objective of this research was to know the effect of chemical activator of rice hull activated carbon production as adsorbent to reduce smoky flavor and color of liquid smoke.

Chemical activation was carried out through soaking rice hull carbon into 4% chemical activator solution NaCl, NaHCO₃, CaCl₂, and Na₂SO₄ respectively. Physical activation was carried out through heating chemical activated rice hull carbon in the pyrolysis at 300°C. Liquid smoke adsorption was carried out in five columns. Smoky flavor and color intensity was analyzed at each column.

Rice hull activated by Na₂SO₄ at fifth column were effective to reduce smoky flavor of liquid smoke with the percentage of reduction were 31%. Rice hull activated by NaCl at fifth column were effective to reduce color intensity of liquid smoke with the percentage of reduction were 43,98%.

Keywords : *Liquid smoke, Activated carbon, Chemical activator, Smoky flavor, Color*

1. PENDAHULUAN

Asap cair merupakan suatu campuran larutan dan dispersi koloid dari asap kayu dalam air yang dapat diperoleh dari hasil pirolisis kayu (Maga, 1988). Metode pembuatan asap cair mulai dikembangkan pada akhir tahun 1880 untuk menggantikan pengasapan langsung yang memiliki banyak kelemahan. Asap cair mempunyai berbagai sifat fungsional. Fungsi utamanya adalah untuk memberi flavor dan warna yang diinginkan pada produk asapan yang diperankan oleh senyawa fenol dan karbonil. Fungsi selanjutnya yaitu dalam proses

pengawetan karena kandungan fenol dan asam yang berperan sebagai antioksidan dan antibakteri (Pszczola, 1995). Tranggono *et al.* (1996) melaporkan bahwa bahan baku pembuatan asap cair yang digunakan dalam penelitiannya yaitu kayu jati, lamtoro gung, mahoni, kamper, kruing, glugu, dan tempurung kelapa mengandung selulosa 38,9%-63,89%, terdapat kandungan lignin sebesar 19,35%-50,44%. Pirolisis bahan tersebut diperoleh rendemen asap cair sebesar 50,4% dan rendemen arang 31,14%.

Tahapan utama pada proses pembuatan asap cair adalah redistilasi. Proses redistilasi

dimaksudkan untuk memisahkan sisa tar pada asap cair sekaligus untuk mengeliminir senyawa benzo(a)pyrene yang mempunyai titik didih sekitar 350°C. Untuk mencapai tujuan redistilasi maka didapatkan kondisi optimum proses redistilasi satu tingkat pada suhu 125°C (Darmadji, 2001). Asap cair hasil redistilasi memiliki warna kuning kecoklatan serta aroma asap yang sangat spesifik dan siap diaplikasikan pada produk pangan. Tujuan utamanya selain sebagai bahan pengawet yang aman, asap cair juga dapat berperan sebagai pemberi cita rasa asap (smoky flavor). Namun beberapa produk pangan yang akan diawetkan tidak menghendaki adanya flavor asap tersebut sehingga untuk dapat mengatasi hal tersebut, flavor asap dan intensitas warna pada asap cair dapat dikurangi melalui proses adsorpsi.

Adsorpsi terjadi ketika permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun lapisan dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya akibat ketidakseimbangan gaya-gaya pada permukaan (Subiarto, 2000). Bahan yang digunakan untuk mengadsorpsi (adsorben) dapat bekerja secara efektif apabila memiliki luas permukaan yang besar. Salah satu adsorben yang memiliki efektivitas adsorpsi yang besar yaitu arang aktif. Menurut Pari (2002), arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai bahan adsorben. Keefektifan arang aktif sebagai adsorben salah satunya dipengaruhi oleh garam yang digunakan sebagai aktivator. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif. Salah satu limbah yang potensial, jumlahnya melimpah dan belum banyak dimanfaatkan adalah sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan garam aktivator dalam pembuatan arang aktif dari sekam padi sebagai adsorben untuk mengadsorpsi aroma asap dan warna pada asap cair.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sekam padi dan asap cair grade II. Sekam padi yang digunakan merupakan campuran dari berbagai jenis padi yang diperoleh dari tempat pembakaran batu bata di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Sedangkan asap cair grade II merupakan asap cair yang didistilasi satu kali dan diperoleh dari pabrik pembuatan asap cair dan arang yaitu PT. Tropica Nucifera Industry, yang terletak di Dusun Ngentak, Desa Bangunjiwo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Garam aktivator

untuk aktivasi arang sekam padi meliputi garam teknis NaCl, NaHCO₃, CaCl₂, dan Na₂SO₄.

Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian meliputi alat untuk pembuatan arang aktif, kolom untuk adsorpsi arang aktif, Lovibond Tintometer, dan peralatan untuk kepentingan analisis aroma asap secara sensoris.

Metode

Pembuatan arang aktif

Pembuatan arang aktif dilakukan melalui pembakaran sekam padi di dalam reaktor. Proses ini dilakukan pada suhu 400°C. Pada proses pembakaran tersebut akan dihasilkan asap yang selanjutnya akan keluar dari reaktor dan mengalir ke dalam kolom pendingin melalui pipa penyalur asap, kemudian di dalamnya dialirkan air pendingin sehingga asap akan terkondensasikan. Sekam tersebut selanjutnya akan terpecah material organik sehingga terbentuk arang sekam padi.

Arang sekam padi selanjutnya diaktivasi secara kimia melalui proses perendaman arang sekam pada ke dalam larutan NaCl, NaHCO₃, CaCl₂, dan Na₂SO₄, masing-masing sebesar 4%. Proses perendaman dilakukan pada suhu kamar selama 24 jam. Arang sekam padi selanjutnya dicuci dan dikeringkan dalam *cabinet dryer*. Aktivasi fisika dilakukan dengan membakar kembali arang sekam padi dalam tungku pirolisator pada suhu 300°C selama 2 jam. Tahap terakhir adalah penghancuran arang aktif sekam padi dan pengayakan dengan ukuran ayakan 70 mesh.

Proses adsorpsi asap cair

Proses adsorpsi asap cair dilakukan dalam kolom lima tingkat. Asap cair dilewatkan ke dalam kolom yang telah berisi arang aktif. Ketinggian masing-masing kolom yaitu 19 cm, dengan diameter 6 cm, serta ketinggian pengisian arang 10 cm. Kecepatan tetesan yaitu 20 tetes per menit, atau 5 mL per menit. Asap cair yang dihasilkan dari setiap kolom kemudian ditampung dan dianalisis. Untuk membandingkan hasil asap cair sesudah dan sebelum adsorpsi, maka asap cair redistilasi juga dianalisis sebagai kontrol.

Analisis

Analisis aroma asap yang dilakukan yaitu analisis secara sensoris menggunakan 30 orang panelis semi terlatih dengan metode Scoring Different Test. Panelis diminta memberi skor untuk intensitas aroma asap dengan nilai (1) tidak beraroma (2) sangat lemah (3) lemah (4) agak kuat (5) cukup kuat (6) kuat (7) sangat kuat. Sedangkan analisis warna dilakukan dengan alat Lovibond Tintometer.

Analisis lain yang dilakukan yaitu analisis kadar fenol dengan metode Senter et al. (1989), dengan modifikasi dari Plumer (1971) serta analisis kadar karbonil dengan metode Kolorimetric oleh Lappin (1951)

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan yaitu adsorpsi menggunakan arang aktif dari sekam padi dengan variasi kolom 1, kolom 2, kolom 3, kolom 4, kolom 5, dan tanpa adsorpsi (kontrol). Data yang diperoleh diolah dengan Analysis of Variance (ANOVA) dan apabila terdapat beda yang cukup nyata dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat signifikansi 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Flavor asap (*smoky flavor*)

Perubahan intensitas flavor asap (*smoky flavor*) pada asap cair setelah diadsorpsi dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa flavor asap pada asap cair mengalami penurunan setelah dilakukan proses adsorpsi. Persentase penurunan terbesar adalah pada adsorpsi menggunakan arang aktif yang diaktivasi dengan garam Na_2SO_4 , dengan persentase penurunan sebesar 31% pada kolom kelima. Selain itu penurunan terbesar juga terjadi pada kolom ke 2 menggunakan garam CaCl_2 sebagai aktivator arang aktif. Sedangkan penggunaan garam NaCl sebagai garam aktivator pada arang aktif kurang efektif dalam mengurangi aroma asap cair. Hal ini dapat dilihat pada kolom pertama, kedua, dan ketiga.

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa penurunan aroma berbeda-beda antara kolom satu dengan lainnya serta penggunaan jenis arang aktif yang berbeda. Aroma pada asap cair ini dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain kandungan tar, senyawa fenol, senyawa karbonil, dan senyawa asam. Tar dimungkinkan masih terikut pada asap cair saat diadsorpsi sehingga memberi kontribusi aroma terbakar. Senyawa fenol member kontribusi aroma asap (*smoky*). Senyawa karbonil memberi kontribusi aroma lembut (*fruity*). Sedangkan senyawa asam berkontribusi terhadap aroma asam yang disebabkan oleh asam asetat. Pada asap cair yang diadsorpsi dengan arang aktif sekam padi aroma cenderung spesifik asap. Hal ini dikarenakan kandungan fenol pada asap cair tersebut yang juga tinggi. Fenol bertanggung jawab pada pembentukan flavor pada produk pengasapan dan juga memiliki aktivitas antioksidan yang mempengaruhi daya simpan produk makanan (Pszczola, 1995; Girard, 1992). Komponen senyawa fenol yang berperan dalam pembentukan flavor adalah guaiakol, 4-metilguaiakol dan 2,6-dimetoksifenol. Guaiakol berperan memberi rasa

asap, sementara siringol memberi aroma asap (Daun, 1979).

Tabel 1. Perbandingan intensitas aroma asap cair teradsorpsi dengan berbagai jenis garam aktivator pada arang aktif sebagai adsorben

Kolom	Garam aktivator	Intensitas aroma	% penurunan
1	NaCl	7.00 ^e ±0.00	0
	NaHCO ₃	6.50 ^{cde} ±0.54	7.14
	CaCl ₂	5.83 ^b ±0.75	16.71
	Na ₂ SO ₄	6.33 ^{bcd} ±0.51	9.57
2	NaCl	7.00 ^e ±0.00	0
	NaHCO ₃	7.00 ^e ±0.00	0
	CaCl ₂	5.16 ^a ±0.40	26.28
	Na ₂ SO ₄	6.50 ^{cde} ±0.54	7.14
3	NaCl	7.00 ^e ±0.00	0
	NaHCO ₃	6.83 ^{de} ±0.40	2.43
	CaCl ₂	6.00 ^{bc} ±0.63	14.28
	Na ₂ SO ₄	7.00 ^e ±0.00	0
4	NaCl	5.83 ^b ±0.41	19.05
	NaHCO ₃	6.50 ^{cde} ±0.54	7.14
	CaCl ₂	5.83 ^b ±0.40	16.71
	Na ₂ SO ₄	6.00 ^{bc} ±0.00	14.28
5	NaCl	5.50 ^b ±0.55	21.43
	NaHCO ₃	5.83 ^b ±0.40	16.71
	CaCl ₂	6.00 ^{bc} ±0.00	14.28
	Na ₂ SO ₄	4.83 ^a ±0.75	31
-	Kontrol	7.00 ^e ±0.00	-

Keterangan : Perbedaan notasi alphabet (a,b,c,d,e,f) antar jenis sampel menunjukkan bahwa intensitas aroma berbeda secara signifikan

Kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi senyawa fenol kemungkinan didukung juga oleh ukuran molekul senyawa fenol. Menurut Sudirjo (2005), molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari pori-pori adsorben.

Kandungan fenol yang berkurang di dalam asap cair disebabkan oleh proses adsorpsi, dimana fenol asap cair yang merupakan komponen aromatik akan teradsorpsi oleh pori-pori dari arang aktif. Cheremisinoff dan Ellerbusch (1987) menyatakan bahwa adsorpsi tersebut terjadi ketika terdapat interaksi antara permukaan arang aktif dengan komponen aromatik seperti fenol. Komponen

aromatik akan diadsorpsi oleh arang aktif lewat kompleks donor-aseptor. Yang menjadi donor elektron adalah gugus karbonil pada arang aktif, sedangkan yang bertindak sebagai aseptor adalah cincin aromatik pada cairan. Jenis adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi ionik. Selain ionik, adsorpsi fenol dapat juga terjadi secara fisikawi. Adsorpsi fisikawi terjadi apabila gaya intermolekular lebih besar daripada gaya tarik antar molekul. Adsorpsi ini juga dapat terjadi akibat gaya tarik menarik yang relatif lemah antara fenol dengan permukaan arang aktif, yang selanjutnya disebut gaya *Van der Waals*. Akibat dari proses ini yaitu fenol dapat bergerak dari satu bagian ke bagian permukaan lain dari arang aktif.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa penurunan aroma asap cair di tiap kolom dengan berbagai garam aktivator pada arang aktif menunjukkan hasil yang berbeda. Pada beberapa kolom justru menunjukkan hasil aroma asap yang tidak mengalami penurunan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan gradien konsentrasi fenol yang ada di dalam asap cair dan fenol pada permukaan arang aktif di setiap kolom. Semakin besar perbedaan gradien konsentrasi, maka penyerapan aroma asap oleh arang aktif juga akan semakin besar. Faktor lain yang berpengaruh yaitu adanya fenol yang terkandung dalam arang aktif yang digunakan sebagai adsorben. Fenol yang ada di dalam arang aktif kemungkinan akan terikut ke dalam asap cair hasil adsorpsi sehingga mengakibatkan intensitas aroma asap cair tidak menurun secara signifikan. Tabel 2 menunjukkan kadar fenol pada masing-masing arang aktif dengan masing-masing garam aktivator yang digunakan.

Tabel 2. Kandungan fenol pada arang aktif dengan berbagai garam aktivator

Sampel	% fenol
Arang aktif NaCl	0.26
Arang aktif NaHCO	0.28
Arang aktif CaCl ₂	0.09
Arang aktif Na ₂ SO ₄	0.04

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa arang sekam padi yang diaktivasi dengan berbagai jenis garam aktivator memiliki kandungan fenol yang berbeda-beda. Kandungan fenol inilah yang memungkinkan mempengaruhi aroma asap pada asap cair yang teradsorpsi pada setiap kolomnya. Kandungan fenol tertinggi yaitu pada arang sekam padi yang diaktivasi dengan garam NaHCO₃. Kadar fenol yang besar juga ditemukan pada arang sekam padi yang diaktivasi dengan garam NaCl dimana hasil yang didapat ternyata cukup mempengaruhi intensitas

aroma asap pada asap cair yang diadsorpsi pada kolom ke 1, 2, dan 3 (lihat Tabel 1).

Warna asap cair

Tabel 3 menunjukkan intensitas warna asap cair yang diadsorpsi dengan arang aktif. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa persentase penurunan intensitas warna yang terbesar yaitu pada asap cair yang diadsorpsi menggunakan arang aktif dengan garam aktivator NaCl pada kolom kelima. Nilai penurunan ini mencapai 43.98%. Jika dibandingkan dengan jenis garam aktivator lain, penggunaan garam NaCl sebagai aktivator kimia pada arang aktif mampu menurunkan intensitas warna pada asap cair redistilasi.

Tabel 3. Perbandingan intensitas warna asap cair teradsorpsi dengan berbagai jenis garam aktivator pada arang aktif sebagai adsorben

Kolom	Garam aktivator	Skala warna	% penurunan
1	NaCl	10.45 ^{cde} ±0.64	23.50
	NaHCO ₃	11.20 ^e ±0.26	18.01
	CaCl ₂	16.10 ^h ±0.55	-17.86
	Na ₂ SO ₄	21.10 ⁱ ±0.52	-54.46
2	NaCl	10.40 ^{cde} ±0.28	23.86
	NaHCO ₃	9.70 ^{bc} ±0.36	28.99
	CaCl ₂	20.63 ⁱ ±0.28	-51.02
	Na ₂ SO ₄	18.96 ⁱ ±0.05	-38.80
3	NaCl	9.25 ^b ±0.35	32.28
	NaHCO ₃	22.86 ^k ±0.72	-67.35
	CaCl ₂	13.80 ^f ±0.36	-1.02
	Na ₂ SO ₄	10.70 ^{de} ±0.26	21.7
4	NaCl	8.05 ^a ±0.49	41.07
	NaHCO ₃	22.36 ^k ±0.70	-63.69
	CaCl ₂	14.30 ^f ±0.43	-4.68
	Na ₂ SO ₄	15.83 ^h ±0.20	-15.88
5	NaCl	7.65 ^a ±0.21	43.98
	NaHCO ₃	22.83 ^k ±0.15	-67.13
	CaCl ₂	15.20 ^g ±0.34	-11.27
	Na ₂ SO ₄	10.16 ^{cd} ±0.28	25.62
-	Kontrol	13.66 ^f ±0.72	-

Keterangan : Perbedaan notasi alphabet (a,b,c,d,e,f) antar jenis sampel menunjukkan bahwa intensitas aroma berbeda secara signifikan

Warna asap cair disebabkan oleh komponen karbonil yang terdapat dalam asap cair tersebut. Senyawa-senyawa karbonil seperti glikoaldehid, metal

glioksal dan glioksal menunjukkan adanya potensial pencoklatan. Semakin tinggi senyawa karbonil semakin tinggi pula potensial pencoklatannya (Ruiter, 1979). Sehingga proses adsorpsi yang akan mengurangi kadar karbonil, maka kemungkinan intensitas warna asap cair juga akan mengalami penurunan. Menurut Girard (1992), senyawa karbonil selain dihasilkan dari pirolisis lignin juga dihasilkan dari pirolisis hemiselulosa. Selain itu, fenol juga mempengaruhi warna dalam asap cair. Senyawa fenol ini mempunyai aktivitas antioksidan sehingga mampu menyerap oksigen terlebih dahulu. Hal ini dapat menyebabkan asap cair mengalami oksidasi pada waktu penyimpanan yang akan mempengaruhi warna asap cair tersebut. Senyawa karbonil (aldehid dan keton) mempunyai pengaruh utama pada warna (reaksi Maillard) sedang pengaruhnya pada citarasa kurang menonjol. Warna produk asapan disebabkan adanya interaksi antara senyawa karbonil dengan gugus amino (Girard, 1992). Kandungan senyawa karbonil bervariasi antara 8,56-15,23 % dengan nilai rata-rata 11,84 % (Tranggono et al.,1996).

Edris *et al.* (2003) dalam penelitiannya menemukan bahwa golongan keton dan methone dimana golongan tersebut termasuk karbonil dapat tertahan oleh adsorpsi menggunakan arang aktif. Sedangkan Champagne (2004) menyatakan bahwa arang aktif yang berasal dari sekam padi dan jerami padi dan diaktivasi melalui aktivasi kimia dapat digunakan untuk mengurangi jumlah komponen organik dalam suatu larutan. Menurut Subiarto (2000), fenol dan karbonil merupakan komponen organik sehingga adsorpsi yang terjadi dapat terjadi secara fisika maupun secara ionik. Adsorpsi fisika diakibatkan kondensasi molekular dalam kapiler-kapiler dari padatan. Unsur-unsur dengan berat molekul lebih besar akan lebih mudah diadsorpsi. Cheremisinoff dan Ellerbusch (1978) menyatakan bahwa adsorpsi karbonil secara ionik terjadi ketika oksigen pada gugus karbonil dalam arang aktif yang bertindak sebagai donor elektron berinteraksi dengan komponen karbonil dalam asap cair.

Dari hasil yang didapat pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa penggunaan kolom adsorpsi lima tingkat tidak mempengaruhi penurunan warna pada asap cair. Adsorpsi pada beberapa kolom justru menghasilkan warna asap cair yang intensitasnya lebih tinggi. Peningkatan intensitas warna asap cair tersebut kemungkinan terjadi karena adanya komponen karbonil yang terkandung di dalam arang aktif sehingga mempengaruhi warna asap cair yang dihasilkan. Selain itu, residu yang ada pada arang aktif kemungkinan juga mampu memberi dampak terhadap peningkatan intensitas warna pada asap cair hasil adsorpsi. Tabel 4 menunjukkan kandungan karbonil pada arang sekam padi yang diaktivasi dengan berbagai jenis garam aktivator.

Tabel 4. Kandungan karbonil pada arang aktif dengan berbagai garam aktivator

Sampel	% karbonil
Arang aktif NaCl	1.22
Arang aktif NaHCO ₃	1.69
Arang aktif CaCl ₂	1.15
Arang aktif Na ₂ SO ₄	0.97

Hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4 memberikan indikasi bahwa di dalam arang aktif sendiri telah mengandung karbonil yang memberikan efek pada intensitas warna asap cair. Warna asap cair yang semakin gelap didapatkan pada sampel asap cair yang diadsorpsi menggunakan arang sekam padi yang diaktivasi dengan garam NaHCO₃. Jika dibandingkan dengan kadar karbonil pada arang aktif tersebut, kadar karbonilnya paling tinggi jika dibandingkan dengan arang aktif lain. Hal inilah yang kemungkinan menjadikan warna asap cair tidak mengalami penurunan intensitas namun justru intensitas warnanya mengalami kenaikan.

4. SIMPULAN

Adsorpsi asap cair secara bertingkat menggunakan arang sekam padi yang diaktivasi dengan Na₂SO₄ pada kolom kelima efektif menurunkan intensitas aroma asap cair sebesar 31%. Sedangkan arang aktif yang diaktivasi dengan NaCl pada kolom kelima efektif menurunkan intensitas warna asap cair dengan persentase penurunan mencapai 43.98%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Champagne, E. T., 2004. Rice: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota, U.S.A. Cheremisinoff, P.N., dan Ellerbusch, F., 1978. *Carbon Adsorption Handbook*. Ann Arbor Science. Published Inc. An Arbor, Michigan.
- Darmadji, P., 2001. Optimasi pemurnian asap cair dengan metoda redistilasi. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*
- Daun, H., 1979. Interaction of Wood Smoke Components and Foods, *Food Technology* (32); 66-71
- Edris A.E., Girgis, B.S., dan Fadel, H.H.M., 2003. Recovery of volatile aroma components from aqueous waste streams using an activated carbon column. *Journal of Food Chemistry* 82 : 195-202

- Girard, J.P., 1992. *Smoking*. Ellies Horwood, NewYork
- Lappin, G.R., and L.C. Clark, 1951. Coloric methods for determination of trace carbonyl compound. *Anal. Chem.*, 23: 123-129.
- Maga, J. A., 1988. *Smoke in Food Processing*. CRC Press, Inc Boca Rator, Florida
- Pari, G., 2002. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. Makalah M. K. Falsafah Sains. Program Pascasarjana, IPB Bogor.
- Plummer, D.T. , 1997. *An Intoduction to Practical Biochemistry*. Toto Mc. Graw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
- Ruiter, A., 1979. Colour of Smoke Foods. *Food Tech.*, 33 (5) : 54-63
- Pszczola, D. E., 1995. Tour highlight production and uses of smoke bases flavor. *Food Tech.* 49 (1): 70-74.
- Senter, S., D., J.A. Robertson, and F.I. Meredith, 1989. Phenolic compound of the mesocarp of creathaven reaches during storage and ripening. *J. Food Sci.* 5: 129-1268.
- Subiarto, 2000. Pengolahan limbah radioaktif (SR-90) dengan arang aktif lokal dengan metode kolom. *Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif. P2PLR BATAN* : 72-77
- Sudirjo, Emilius, 2005. Penentuan Distribusi Benzena Toluena pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Karbon Aktif. *Skripsi S1*. Jurusan Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tranggono, Suhardi, Bambang Setiadji, Darmadji, P., Supriyanto dan Sudarmanto, 1996. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 1 (2)*; 15-24