

SIFAT FISIKA DAN KIMIAWI KOMPONEN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA HASIL ADSORPSI PADA ARANG AKTIF

Physical and Chemical Properties of Coconut Shell Liquid Smoke Produced through Adsorption of Activated Carbon

Syahraeni Kadir¹⁾, Purnama Darmadji¹⁾, Chusnul Hidayat¹⁾, Supriyadi¹⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah, Telp/Fax: (0451) 429738, Email: ksyahraeni@gmail.com

ABSTRACT

Characterization of physical and chemical properties of aroma compounds from liquid smoke is a challenge because there is no satisfactory method of separation due to compound contributors generally present in a matrix at very low concentrations. This study aimed to separate and identify the components of "strong and pungent" liquid smoke aromatic compounds by adsorption using activated carbon method. The observed variables analyzed using GC-MS including yield, phenol, carbonyl, titration acidity and chemical compound profiles. The chemical components of liquid smoke found on the analysis by GC-MS were further analyzed using a molecular mechanics software to determine the polarizability, hydrophobicity and dipole moment of each compound in the liquid smoke fraction adsorption results. The analysis of variance (ANOVA) with SPSS software version 16, followed by Duncan Multiple Range Test at the level of 1% was employed especially for the yield of liquid smoke adsorption. The physico-chemical characteristics of 25 fractions of liquid smoke resulted from adsorption on activated carbon at pH 2-6 comprising of 0.53 to 3.89% phenolic; 1.09 to 2.59% carbonyl; 7.17 to 10.75% acidity; and pH range from 2.39 to 2.91 with the color spectrum in the range of 308-415 nm. The results of the analysis using the molecular mechanics methods showed that the higher the value of polarizability and dipole moment of a compound, the more polar the compound. It is concluded that the removal of the "strong and pungent" aroma compounds on coconut shell liquid smoke in order to produce a mild scent (soft) can be performed by activated carbon adsorption method despite the results were not optimal yet. A polar adsorbent such as zeolite is required in the adsorption method for the removal of "strong and pungent" aroma compounds on liquid smoke.

Key Words : Activated carbon, adsorption, aroma, coconut shell, and liquid smoke.

PENDAHULUAN

Asap cair merupakan senyawa kimia dari asap hasil pirolisis biomassa kemudian dikondensasikan sehingga membentuk cairan. Peran asap cair dalam industri pangan adalah sebagai pengawet (*food preservative*) khususnya anti mikroba pangan (*antimicrobial agent*) dan pemberi cita rasa dan aroma pada produk makanan (*flavouring agent*). Aplikasi asap cair pada berbagai tujuan tersebut relatif lebih aman dibandingkan dengan penggunaan bahan tambahan pangan lainnya.

Di dalam asap cair mengandung kurang lebih 400 senyawa kimia namun hanya sekitar 200 jenis yang sudah teridentifikasi melalui berbagai penelitian kemudian dikelompokkan berdasarkan komponen utama penyusun senyawa tersebut antara lain fenolik, karbonil dan asam. Khususnya sebagai *flavouring agent*, asap cair memiliki aroma khas yakni keras dan menyengat (*strong/pungent*) dari kelompok senyawa fenolik yakni *Syringol* dan *Guaiacol*. Meskipun demikian, beberapa senyawa di dalam asap cair terutama dari kelompok karbonil yakni *furan* dan *furfural* juga merupakan

kontributor aroma asap cair sehingga perpaduan kelompok senyawa fenolik dan karbonil memberikan sensasi khas pada asap cair dan produknya.

Adanya perbedaan polaritas dan hidrofobisitas senyawa kontributor aroma “keras menyengat” pada asap cair yang erat kaitannya dengan afinitas senyawa tersebut terhadap adsorben tertentu memungkinkan pemisahan senyawa yang tidak diinginkan dilakukan secara adsorpsi di mana setiap senyawa memiliki stabilitas pH tertentu terhadap adsorbennya.

Salah satu upaya pemisahan senyawa aktif yang berkontribusi aroma dari senyawa kompleksnya adalah adsorpsi (Diban *et al.*, 2007). Adsorpsi merupakan proses pemisahan suatu zat (adsorbat) dengan menggunakan adsorben, baik melalui proses elusi maupun tanpa elusi. Proses elusi dilakukan apabila senyawa yang diinginkan teradsorpsi di dalam adsorben dan sebaliknya proses elusi tidak diperlukan apabila senyawa yang tidak diinginkan teradsorpsi.

Lebih lanjut ditegaskan pula bahwa adsorpsi merupakan pengikatan bahan pada permukaan sorben cair dengan cara pelarutan. Padatan yang bertindak sebagai penyerap disebut dengan sorben. Sorben yang sering digunakan dalam industri pangan adalah karbon aktif. Proses sorpsi pada karbon aktif bersifat fisikawi karena pengikatan ini disebabkan oleh gaya listrik lemah yang dikenal sebagai gaya Van der Waals dan gaya elektrostatik antara molekul adsorbat dengan atom-atom yang terdapat pada beberapa lapis di permukaan sorben. Selain sifat permukaan, kemampuan suatu sorben untuk menyerap suatu senyawa merupakan fungsi dari tekanan dan suhu. Suatu proses adsorpsi dapat terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan atau cairan-gas. Pemilihan proses adsorpsi yang akan digunakan untuk pemisahan disesuaikan dengan kondisi agregasi campuran yang akan dipisahkan (padat, cair, gas), konsentrasi bahan yang akan dipisahkan, adsorben yang paling cocok, metode regenerasi yang diperlukan maupun pertimbangan ekonomisnya (Bernasconi, *et al.*, 1995).

Mekanisme adsorpsi (Tan *et al.*, 2008) terdiri atas tiga tahap yaitu : (1) Molekul solut harus berada di dalam *boundary layer*, (2) Difusi molekul solut dari *boundary layer* ke permukaan adsorben, (3) Molekul solut berdifusi ke dalam struktur pori adsorben. Selanjutnya Chandra *et al.* (2007) dan Diban *et al.* (2007) mengemukakan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh : Luas area permukaan adsorben, struktur pori internal adsorben, karakteristik permukaan adsorben dan gugus fungsi pada permukaan pori adsorben.

Berbagai jenis adsorben yang dapat digunakan sebagai isian kolom fraksinasi asap cair seperti zeolit dan karbon aktif (Hasbullah dan Sugiyono, 2006; Mardiyanto, 2008) serta glass wool (Guillén dan Manzanos, 2002), di mana prinsip pemisahan komponen asap cair berdasarkan polaritas dan hidrofobisitasnya.

Berdasarkan uraian tersebut maka pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” pada asap cair tempurung kelapa untuk menghasilkan aroma *mild* dapat dilakukan dengan metode adsorpsi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, berlangsung dari bulan Januari hingga Agustus 2010. Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini mencakup: Tempurung kelapa var Hibrida (dari PT Pagilaran Kecamatan Segayung, Kabupaten Batang, Jawa Tengah), arang aktif (PT Bhrata Chem.) kertas saring Whatman No. 41, akuades dan bahan kimia untuk analisis yaitu H₂SO₄ 72% dan 1 N, larutan fenol standar, Na₂CO₃ jenuh, pereaksi Folin-Ciocalteu (Sigma Chemical Co., St. Louis), aseton, 2,4 dinitrofenilhidrazin, HCl pekat, KOH 1 N, asam oksalat, indikator PP (1% dalam methanol) dan NaOH 0,1 N.

Adapun peralatan penelitian yang digunakan meliputi: Reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan kondensor pendingin, tabung berbentuk silinder dengan tinggi 40 cm dan diameter 20 cm serta dilengkapi dengan 2 buah termokopel yang dihubungkan

dengan *readoutmeter*. Pemanas listrik berbentuk selubung reaktor dengan kapasitas 3 kW. Pipa penyalur asap berdiameter 2,5 cm dan panjang 150 cm, sedangkan pipa penyalur asap sisa diameternya 1,5 cm. Kolom pendingin memiliki diameter 20 cm dan tinggi 100 cm termasuk tipe *double pipe heat exchanger* dengan air dialirkan pada sisi pipa luar. Sebagai penampung asap cair kasar digunakan erlenmeyer 1000 mL. Reaktor Pirolisis disajikan pada Gambar 1. Selain rangkaian alat tersebut, peralatan penelitian lainnya yang digunakan yaitu kolom adsorpsi berukuran 50 cm x 2,5 cm, statif, pompa peristaltik, *fraction collector* Bio Rad Model 2110, botol fraksi 10 mL dan serangkaian alat GC MS.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan aktivasi arang aktif menggunakan NaOH dilakukan dengan cara: Sebanyak 500 g arang aktif diaduk dalam 1 L NaOH 0,5 N dengan menggunakan *magnetic stirrer* (Rosita *et al.*, 2004 yang dimodifikasi) selama 180 menit, kemudian dibilas dengan akuades hingga pH netral. Selanjutnya aktivasi fisik dilakukan pada suhu 400°C selama 2 jam. Pengaturan pH arang aktif 2-6 sebagai adsorben pada asap cair dilakukan dengan menggunakan HCl dan NaOH 0,01 N.

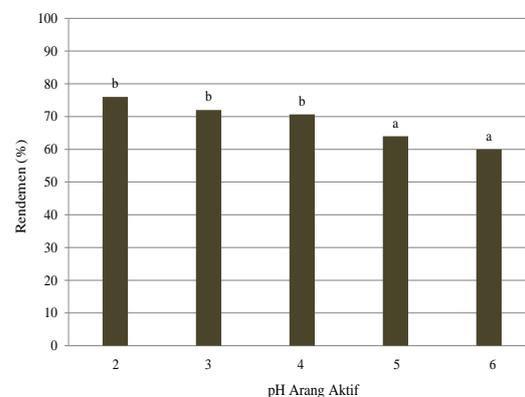
Pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” dari asap cair tempurung kelapa dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif dengan kisaran pH tertentu dilakukan berdasarkan perbedaan afinitas senyawa terlarut (*solute*) pada adsorben arang aktif. Pada proses adsorpsi ini tidak dilakukan elusi karena pertimbangan keamanan pangan, sebaliknya senyawa yang tidak diinginkan diharapkan akan teradsorpsi pada adsorben.



Gambar 1. Reaktor Pirolisis

Pemisahan komponen dilakukan dengan cara memasukkan asap cair ke dalam kolom kaca yang berisi arang aktif (rasio 2 : 1). Setiap 5 mL fraksi asap cair dikumpulkan dengan alat *fraction collector* kemudian diberi simbol sebagai fraksi I untuk 5 mL asap cair yang mengalir pertama kali dari kolom adsorpsi, fraksi II untuk 5 mL asap cair yang mengalir kedua dari kolom adsorpsi, demikian seterusnya. Berdasarkan kesamaan warna dan aroma fraksi tersebut maka untuk fraksi I-III digabung sebagai fraksi I, fraksi IV-VI sebagai fraksi II dan seterusnya, sehingga fraksi yang berjumlah kurang lebih 15 bergabung menjadi 5 fraksi pada setiap taraf pH adsorben kemudian hasil penggabungan fraksi tersebut dianalisis sifat fisik dan kimiawinya.

Variabel pengamatan yang dianalisis meliputi: Rendemen (AOAC, 1990), kadar fenol (Senter *et al.*, 1989), karbonil (Lappin dan Clark, 1951), keasaman titrasi (AOAC, 1990) dan profil senyawa kimia menggunakan GC-MS. Komponen kimia asap cair hasil analisis dengan GC-MS dianalisis lanjut menggunakan *software* mekanika molekul untuk mengetahui polarisabilitas, hidrofobisitas dan moment dipol masing-masing senyawa pada fraksi asap cair hasil adsorpsi. Analisis statistik khususnya rendemen asap cair hasil adsorpsi menggunakan analisis 16 varian (ANOVA) dengan *software* SPSS versi yang dilanjutkan dengan uji jarak *Duncan* pada taraf 1%.



Gambar 2.
Rendemen Asap Cair Tempurung Kelapa Hasil Adsorpsi pada Berbagai pH Arang Aktif

Tabel 1. Komposisi Kimiawi dan Spektrum Warna Asap Cair Tempurung Kelapa Hasil Adsorpsi pada Berbagai pH Arang Aktif

| No. | Fraksi Asap cair | Komponen (%) | | pH | | Warna (nm) | |
|-----|------------------|--------------|----------|-------|------|------------|--|
| | | Fenolik | Karbonil | Asam | | | |
| 1. | A2FI | 0,58 | 1,09 | 7,92 | 2,53 | 308 | |
| 2. | A2FII | 0,87 | 1,27 | 9,27 | 2,50 | 330 | |
| 3. | A2FIII | 1,84 | 1,21 | 9,69 | 2,58 | 352 | |
| 4. | A2FIV | 2,46 | 1,34 | 10,11 | 2,53 | 358 | |
| 5. | A2FV | 3,61 | 1,42 | 10,75 | 2,50 | 363 | |
| 6. | A3FI | 0,53 | 1,47 | 7,24 | 2,41 | 319 | |
| 7. | A3FII | 0,97 | 1,53 | 8,83 | 2,45 | 342 | |
| 8. | A3FIII | 2,45 | 1,59 | 9,08 | 2,42 | 359 | |
| 9. | A3FIV | 2,21 | 1,66 | 9,43 | 2,48 | 391 | |
| 10. | A3FV | 2,37 | 1,71 | 9,79 | 2,43 | 402 | |
| 11. | A4FI | 0,84 | 1,72 | 7,45 | 2,40 | 343 | |
| 12. | A4FII | 0,91 | 1,84 | 8,19 | 2,39 | 361 | |
| 13. | A4FIII | 1,01 | 1,87 | 8,34 | 2,42 | 386 | |
| 14. | A4FIV | 1,52 | 1,92 | 8,85 | 2,41 | 401 | |
| 15. | A4FV | 2,45 | 1,95 | 9,32 | 2,45 | 395 | |
| 16. | A5FI | 0,63 | 1,98 | 7,17 | 2,78 | 353 | |
| 17. | A5FII | 0,97 | 2,12 | 7,84 | 2,91 | 370 | |
| 18. | A5FIII | 1,68 | 2,13 | 8,19 | 2,70 | 388 | |
| 19. | A5FIV | 2,21 | 2,15 | 9,21 | 2,81 | 395 | |
| 20. | A5FV | 2,77 | 2,02 | 9,37 | 2,83 | 404 | |
| 21. | A6FI | 1,62 | 2,39 | 6,83 | 2,88 | 401 | |
| 22. | A6FII | 2,18 | 2,32 | 7,35 | 2,90 | 403 | |
| 23. | A6FIII | 2,55 | 2,47 | 8,81 | 2,71 | 401 | |
| 24. | A6FIV | 3,33 | 2,52 | 9,15 | 2,71 | 410 | |
| 25. | A6FV | 3,89 | 2,59 | 9,68 | 2,68 | 415 | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Asap Cair Tempurung Kelapa.

Analisis seluruh parameter dilakukan terhadap fraksi asap cair yang tidak teradsorpsi setelah melewati adsorben arang aktif. Adsorpsi asap cair pada berbagai pH arang aktif menghasilkan rendemen berkisar 60-76%. Histogram rendemen tersebut disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan pH adsorben menyebabkan penurunan rendemen asap cair terutama pada pH 5 dan 6 yang disebabkan meningkatnya

ion OH⁻ pada adsorben arang aktif sedangkan asap cair memiliki pH rendah yakni 2-3 sehingga memiliki ion H⁺ lebih banyak, oleh karenanya jumlah asap cair yang teradsorpsi pada pH 5-6 lebih banyak dibanding jumlah larutan yang teradsorpsi pada adsorben pH 2-4. Sebaliknya, hasil penelitian Yahya *et al.* (2008) menunjukkan bahwa terjadi penurunan kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap zat pewarna *C.I. Reactive Blue 2*; *C.I. Reactive Red 4*; dan *C.I. Reactive Yellow 2* pada kondisi pH ≤4 disebabkan adsorben arang aktif bermuatan positif sedangkan molekul zat pewarna tersebut sebagian bermuatan netral ataupun positif.

Komposisi Kimiawi dan Spektrum Warna Asap Cair Tempurung Kelapa. Komposisi kimiawi dan spektrum warna asap cair hasil adsorpsi pada berbagai pH arang aktif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa karakteristik fisika-kimiawi 25 fraksi asap cair hasil adsorpsi pada arang aktif pH 2-6 terdiri atas : 0,53-3,89% fenolik; 1,09-2,59% karbonil; 7,17-10,75% asam pada kisaran pH 2,39-2,91 dengan spektrum warna 308-415 nm. Fraksi asap cair tempurung kelapa yang dihasilkan pada tahap ini mempunyai kadar asam tertitrisasi yang lebih rendah dibanding kadar asam fraksi redistilat (Kadir, *et al.*, 2010) karena pada proses adsorpsi tidak terjadi degradasi termal senyawa kompleks yang menghasilkan asam sebagaimana pada proses redistilasi. Terjadi penurunan kadar asam terutama pada fraksi-fraksi awal di setiap taraf pH yang mungkin disebabkan oleh pori-pori adsorben pada fraksi-fraksi awal belum terisi oleh partikel asap cair tempurung kelapa. Pola penurunan adsorpsi ini juga terjadi pada senyawa fenol dan karbonil. Sebaliknya, peningkatan kadar komponen kimiawi khususnya fraksi-fraksi akhir yakni fraksi IV dan seterusnya menunjukkan bahwa aktivitas adsorpsi arang aktif berkurang akibat pori-pori adsorben telah terisi penuh oleh partikel asap cair.

Pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” dengan metode adsorpsi pada arang aktif menyebabkan penurunan kadar asam asap cair tempurung kelapa sebesar $\pm 17,31\%$ bila dibanding kadar asam di dalam asap cair kasar (Kadir, *et al.*, 2010) tempurung kelapa sebelum adsorpsi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kenaikan pH adsorben cenderung menurunkan aktivitas adsorpsi arang aktif terhadap fenol, karbonil dan asam yang bersifat polar. Faktor penyebabnya diduga terjadi peningkatan kelarutan ketiga komponen kimiawi tersebut sehingga jumlahnya melebihi kapasitas adsorpsi arang aktif. Akibatnya, sebagian senyawa terutama fenol tidak teradsorp. Adapun senyawa asam yang kadarnya relatif rendah bila dibanding

kadar asam di dalam fraksi asap cair hasil redistilasi disebabkan tidak terjadinya pemanasan selama adsorpsi yang dapat menyebabkan degradasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam. Menurut Diban *et al.* (2007) bahwa salah satu metode pemisahan komponen aroma dari suatu senyawa kompleks dapat dilakukan melalui proses distilasi uap, akan tetapi metode ini dapat merusak aroma sebaliknya bila pemisahan aroma menggunakan metode adsorpsi maka faktor pembatasnya adalah jenis pelarut yang aman bagi kesehatan. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa masing-masing metode pemurnian memiliki kekurangan sehingga penggunaan satu metode saja belum memadai.

Sifat Fisika-Kimiawi Komponen Volatil Asap Cair Tempurung Kelapa Fraksi II Hasil Adsorpsi pada Arang Aktif pH 4 Berdasarkan Metode Mekanika Molekul.

Analisis sifat-sifat fisika-kimiawi senyawa penyusun asap cair tempurung kelapa fraksi II hasil adsorpsi pada arang aktif pH 4 merupakan fraksi terpilih berdasarkan karakteristik fisik (rendemen dan warna) demikian halnya karakteristik kimiawi (fenolik, karbonil dan asam) lebih representatif dibanding fraksi lainnya. Komponen kimia hasil analisis GC MS fraksi tersebut selanjutnya dideskripsikan dengan menggunakan metode mekanika molekul yakni metode empiris yang digunakan untuk memodelkan senyawa dengan massa molekul besar di mana molekul digambarkan sebagai kumpulan atom yang berinteraksi dengan atom lain. Menurut Suherman (2009), model mekanika molekul tidak hanya digunakan untuk menyatakan energi potensial dari molekul sebagai fungsi dari variabel geometri namun juga dikembangkan untuk mendeskripsikan struktur dan sifat-sifat molekul. Hasil pemodelan atom untuk asap cair pH 4 fraksi II disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa senyawa yang menyusun asap cair A4FII umumnya bersifat polar di mana sebagian senyawa tidak teradsorp oleh adsorben nonpolar tersebut. Menurunnya kapasitas adsorpsi arang aktif pada pH 4 disebabkan terjadinya gaya tolak

menolak antara molekul adsorben yang bermuatan positif dengan molekul solut yang juga bermuatan positif. Sejalan dengan hasil penelitian tersebut, Yahya *et al.* (2008) melaporkan bahwa penurunan kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap zat pewarna *C.I. Reactive blue, red* dan *yellow* terjadi pada kondisi pH ≤ 4 disebabkan adanya gaya tolak menolak antara adsorben arang aktif yang bermuatan positif dengan molekul zat pewarna yang sebagian bermuatan netral ataupun juga positif.

Hasil analisis dengan metode mekanika molekul menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai polarisabilitas dan momen dwikutub suatu senyawa maka semakin polar senyawa tersebut. Sebaliknya, semakin tinggi nilai Log P maka polaritas senyawa tersebut semakin rendah atau bersifat non polar. Selanjutnya Braeken *et al.* (2005) mengemukakan bahwa hidrofobisitas suatu senyawa dinyatakan dengan koefisien partisi (Log P), merupakan rasio konsentrasi dua

senyawa yang tidak saling melarut pada kondisi setimbang. Log P digunakan untuk mengukur diferensial kelarutan senyawa antara kedua pelarut yaitu oktanol dan air. Molekul dengan nilai hidrofobisitas yang lebih rendah umumnya mempunyai gugus-OH atau O lebih banyak dibandingkan dengan molekul lain yang mempunyai nilai hidrofobisitas lebih tinggi sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan komponen organik yang mempunyai gugus aktif-OH atau O. Pernyataan ini terbukti di dalam hasil penelitian yang diperoleh dimana aktivitas adsorpsi arang aktif menurun terhadap senyawa polar karena senyawa tersebut mempunyai banyak gugus OH atau O, berbeda dengan arang aktif. Sebagaimana pernyataan Manna *et al.* (1997) dan Michailof *et al.* (2008) bahwa arang aktif sebagai komponen organik memiliki atom C, H dan O yang berkombinasi membentuk gugus fungsional karbohidrat, hidroksi fenol, kuinon, laktone dan peroksida siklis.

Tabel 2. Sifat Fisika-Kimiawi Komponen Volatil Asap Cair Tempurung Kelapa pH 4 Fraksi II (A4FII) Berdasarkan Metode Mekanika Molekul

| Komponen | Polarisabilitas (A ³) | Hidrofobisitas (Log P) | dwikutubrelatif (A4FII) | Momen % Luas Area |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| 2-Butanamin | 9,47 | 0,61 | 1,48 | 3,42 |
| Asam asetat | 5,17 | 2,64 | 3,12 | 47,64 |
| Metilglioksal | 6,45 | 3,44 | 4,15 | 2,72 |
| 3-Furanol | 8,61 | 0,49 | 2,97 | 0,90 |
| Alil etil ester | 13,23 | 2,61 | 1,65 | 0,47 |
| Siklopropil karbinol | 7,98 | 0,44 | 1,42 | 3,99 |
| 1,2-Benzenediol | 11,71 | 1,48 | 0,13 | 7,62 |
| Asam butanoat | 8,84 | 3,66 | 3,37 | 3,14 |
| 2-Furfural | 9,51 | 2,49 | 4,13 | 1,94 |
| 2,3-Pentanedion | 9,97 | 1,14 | 2,45 | 0,47 |
| 3(2H) Furanon | 9,90 | 0,56 | 3,67 | 1,78 |
| 2-Siklopenten-1-on | 11,54 | 3,14 | 4,01 | 1,00 |
| 2-Pentanon | 10,04 | 2,64 | 3,91 | 0,50 |
| Monofenol | 11,07 | 1,76 | 1,21 | 14,00 |
| o-Kresol | 12,91 | 2,23 | 1,34 | 0,53 |
| Guaiakol | 15,38 | 1,64 | 2,37 | 1,28 |
| p-Metilguaiakol | 15,38 | 1,98 | 1,85 | 0,89 |
| p-Etilguaiakol | 17,21 | 2,32 | 1,80 | 0,74 |
| Siringol | 16,02 | 1,26 | 1,03 | 4,41 |

Pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” dengan metode adsorpsi asap cair pada arang aktif belum optimal memisahkan senyawa asam sebagai salah satu senyawa kontributor aroma “keras menyengat” meskipun telah dilakukan pengaturan pH adsorben. Oleh karena itu, pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” dari asap cair dengan metode adsorpsi pada adsorben polar seperti zeolit perlu dilakukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” pada asap cair tempurung kelapa dalam upaya memproduksi aroma *mild* dapat dilakukan dengan metode adsorpsi arang aktif meskipun hasil pemisahan belum optimal.

Pemisahan senyawa aroma “keras menyengat” pada asap cair dengan metode adsorpsi pada adsorben polar perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, Assn. Of *Official Analytical Chemists*. 1990. Official methods of analysis. Method 985.29. 15th (eds). Washingto D.C.
- Bernasconi, G., Gerster, H., Hawer, H., Stäuble, H., and Schneiter, E., 1995. *Teknologi Kimia 2*. Diterjemahkan oleh Hardojo, L., Pradnya Paramita, Jakarta.
- Braeken, L., Ramaekers, R., Zhang, Y., Maes, G., Van der Bruggen, B., and Vandecasteele, C., 2005. *Influence Hydrophobicity on Retention in Nanofiltration of Aqueous Solutions Containing Organic Compounds*. J. Membrane Sci. 271 : 1-9.
- Chandra, T.C., Mirna, M.M., Sudaryanto, Y., and Ismadji, S., 2007. *Adsorption of Basic Dye onto Activated Carbon Prepared from Durian Shell : Studies of Adsorption Equilibrium and Kinetics*. Chemical Eng. J. 127 : 121-129.
- Diban, N., Ruiz, G., Urtiaga, A., and Ortiz, I., 2007. *Granular Activated Carbon for The Recovery of The Main Pear Aroma Compound : Viability and Kinetic Modelling of Ethyl-2,4-Decadienoate Adsorption*. J. of Food Eng. 78 : 1259-1366.
- Guillén, M.D., and Manzanos, M.J., 2002. *Study of The Volatile Composition of an Aqueous Oak Smoke Preparation*. Food Chem. 79 : 283-292.
- Hasbullah dan Sugiyono, 2006. *Kreasi Mengolah Belut : Asap Cair Pengganti Formalin*. Institut Pertanian Bogor.
- Kadir, S., Darmadji, P., Hidayat, C., Supriyadi, 2010. *Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa Volatil pada Asap Cair Tempurung Kelapa Hibrida*. Agritech. 30 (33): 30-35.
- Lappin, G.R. and Clark, L.C., 1951. *Colorimetric Methods for Determination of Traces Carbonyl Compound*. Analytical Chem. 23 : 541-542.
- Manna, A.K., De P.P., and Tripathy, D.K., 1997. *Chemical Interaction between Surface Oxidized Carbon Black and Epoxidized Natural Rubber*. Rubber Chemistry and Tech. 70 (4) : 624-680.
- Mardiyanto, 2008. *IPB Kaji Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Disinfektan dan Pengganti Formalin*. Institut Pertanian Bogor.
- Michailof, C., Stavropoulos, G.G., and Panayiotou, C., 2008. *Enhanced Adsorption of Phenolic Compounds, Commonly Encountered in Olive Mill Wastewaters, on Olive Husk Derived Activated Carbons*. Biores. Technol. 99 : 6400-6408.
- Rosita, N., Erawati, T. dan Moegihardjo, M., 2004. *Pengaruh Perbedaan Metode Aktivasi terhadap Efektivitas Zeolite sebagai Adsorben*. Majalah Farmasi Airlangga 4 (1) : 20-29.

- Senter, S.D., Robertson, J.A., and Meredith, F.I., 1989. *Phenolic Compound of The Mesocarp of Crest haven Peaches during Storage and Ripening*. J. Of Food Sci. 54 : 1259-1268.
- Suherman, A., 2009. Pengenalan HyperChem. Download dari <http://www.google.co.id/search?q=mekanika+molekul&hl=id&client=firefox-a&rls=org.mozilla:en-US:official&channel=s&prmd=ivns&ei=UM4qTuuLHoe8rAfH5KGyDQ&start=30&sa=N&biw=1280&bih=607>. [3 Januari 2010].
- Tan, L.A.W., Ahmad, A.L., and Hameed, B.H., 2008. *Adsorption of Basic Dye on High-surface-area Activated Carbon Prepared from Coconut Husk : Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies*. J. of Hazard. Mat. 154 : 337-346.
- Yahya, S. A., Musa I. E., Amjad, H. E., and Gavin, M. W., 2008. *Effect of Solution pH, Ionic Strength and Temperature on Adsorption Behavior of Reactive Dyes on Activated Carbon*. Dyes and Pigments 77 : 16-23.