

## Pengaruh Aktivator HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl Terhadap Kualitas Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa

Mustafa, Firman, Sirajuddin, Wahyudi, Muh.Amin

Program Studi S1 Terapan Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia

Politeknik Negeri Samarinda

Email: [Mustafa@polnes.ac.id](mailto:Mustafa@polnes.ac.id)

### ABSTRAK

Karbon aktif merupakan bahan kimia yang sangat banyak digunakan dalam industri baik dalam proses adsorpsi maupun purifikasi. Salah satu bahan baku karbon aktif ialah tempurung kelapa. Produksi buah kelapa di Kalimantan Timur yaitu 36850 kg/hari, dengan berat tempurung kelapa berkisar 15 – 19 % dari buah kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk membuat karbon aktif sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995. Preparasi tempurung kelapa dilakukan dengan pencucian dan pengeringan. Proses karbonisasi dilakukan menggunakan drum pembakaran selama 2 jam dengan suhu 325 °C. Hasil karbonisasi tersebut dihaluskan dan disaring dengan ayakan 100 mesh. Karbon yang telah dihaluskan dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia dengan cara perendaman dalam larutan HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl dengan masing-masing variasi 0.5, 2, 4, 6, dan 8 M, dalam wadah tertutup selama 24 jam. Kemudian karbon dilanjutkan ke tahap aktivasi fisika dengan temperatur 750 °C selama 2 jam didalam *tube furnace*. Hasil analisa karbon aktif yang terdiri dari kadar air, abu, bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C, daya serap iod telah memenuhi SNI NO. 06-3730-1995.

**Kata kunci:** Adsorpsi, karbon aktif, karbonisasi, tempurung kelapa.

### ABSTRACT

*Activated carbon is a chemical that is widely used in industry both in adsorption and purification processes. One of the raw materials for activated carbon is coconut shell. Production of coconuts in East Kalimantan is 36850 kg/day, with a coconut shell weight ranging from 15-19% of the coconut fruit. This research aims to make activated carbon according to SNI No. 06-3730-1995. Coconut shell preparation is done by washing and drying. The carbonization process was carried out using a combustion drum for 2 hours at 325 °C. The results of the carbonization were crushed and filtered through a 100 mesh sieve. The crushed carbon was followed by a chemical activation process by immersing it in a solution of HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl with each variation of 0.5, 2, 4, 6, and 8 M, in a closed container for 24 hours. Then the carbon is continued to the physical activation stage with a temperature of 750 °C for 2 hours in the tube furnace. The results of the analysis of activated carbon consisting of water content, ash, parts lost on heating to 950 °C, absorption of iodine comply with SNI NO. 06-3730-1995.*

**Keywords:** Adsorption, activated carbon, carbonization, coconut shell

## PENDAHULUAN

kimia yang saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses absorpsi dan purifikasi. Salah satu bahan baku yang dapat dijadikan arang aktif adalah tempurung kelapa.

Dari 15 negara anggota Asian Pacific Coconut Community (APCC), Indonesia merupakan negara dengan area tanam kelapa (*Cocos nucifera*) terluas, yaitu 3,86 juta ha dengan produksi 15,20 juta butir atau setara dengan 3,03 juta ton kopra/tahun (APCC 2007).

Di Provinsi Kalimantan Timur produksi buah kelapa yaitu 13266 ton/tahun (BPS Kaltim, 2014) atau sekitar 36850 kg/hari. Berat tempurung kelapa antara 15-19 % (Suhartana, 2006), jadi untuk potensi tempurung kelapa yaitu 5527,5 kg/hari.

Tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat dibuat menjadi karbon aktif. Karena memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi, dan reaktivitas yang tinggi (Anonim, 2005).

Tempurung kelapa sangat merugikan bagi masyarakat jika dibuang begitu saja, karena kandungan lignin pada tempurung kelapa yang membuatnya tidak mudah terurai, sehingga akan menyebabkan timbunan tempurung kelapa yang menumpuk (menggantung) dan menyebabkan luas area sekitar menjadi sempit serta menimbulkan pemandangan yang tidak indah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chereminisoff, komposisi kimia tempurung kelapa yaitu Selulosa 26,60 %, Lignin 29,40 %, Pentosan 27,70 %, Solvent ekstraktif 4,20 %, Uronat anhidrid 3,50 %, Abu 0,62 %, Nitrogen 0,11 %, dan

Air 8,01 %. Karbon aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi (Kvech and Tull, 1998). Karbonisasi merupakan proses pengurangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki porositas yang tinggi serta luas permukaan yang besar (Jankowska dkk, 1991).

Tempurung kelapa dimanfaatkan untuk pembuatan karbon aktif, yang dapat berfungsi untuk mengadsorpsi gas, uap dan larutan. Karbon aktif dapat pula digunakan untuk menurunkan kadar kesadahan, kadar besi, dan kadar NaCl dalam air sumur.

Penelitian karbon aktif dengan bahan baku tempurung kelapa telah dilakukan oleh Razi (2015). Variasi yang diteliti adalah aktivator jenis asam seperti asam fosfat, asam asetat, dan asam formiat dengan konsentrasi masing-masing 40%, 60%, dan 80%. Hasil yang terbaik yang diperoleh, yaitu pada suhu karbonisasi 400 °C aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada konsentrasi 60%. Dengan daya serap iod yaitu 306,03 mg/g.

Penelitian lain yaitu Jamilatun dan Setyawan (2014) menggunakan bahan baku tempurung kelapa sebagai karbon aktif. Variasi yang dilakukan adalah suhu, hasil terbaik yang diperoleh, yaitu kadar air 1.3%, kadar abu 0.61 %, dan daya serap iod 580 mg/g pada suhu karbonisasi 800 oC selama 3 jam dengan aktivator ZnCl<sub>2</sub> 25 % yang direndam selama 24 jam.

Pada referensi pertama dan kedua hasil penelitian yang berupa penentuan bilangan iod yang didapatkan pada referensi pertama yaitu sebesar 306,03 mg/g dan yang kedua yaitu sebesar 580 mg/g dibawah SNI No. 06-3730-1995 yakni sebesar 750 mg/g.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan mevariasikan jenis larutan aktivator seperti HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan NH<sub>4</sub>Cl dengan konsentrasi masing-masing 0.5 M, 2 M, 4 M, 6 M dan 8 M.

## METODOLOGI

### Bahan

Tempurung Kelapa, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan NH<sub>4</sub>Cl. Masing masing dengan konsentrasi 0.5 M, 2 M, 4 M, 6M, dan 8 M, Aquadest, I<sub>2</sub>O,1N, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Natrium Tiosulfat) 0,1N, dan Indikator kanji.

### Alat

Alat karbonisasi dari drum bekas, *Furnace*, *Oven Memmert*, *Neraca Digital Sartorius CPA 124S-MOD 24750615*, Ayakan no.100 mesh, Cawan, Cawan *Crucible*, Penjepit Cawan, *Petridish*, Kertas *Whatman 42*, Kaca Arloji, Spatula, Desikator, Buret 50 mL, Erlenmeyer 100 ml, Gelas Kimia 100 ml, Pipet Ukur 10 ml, Pipet Volume 25 ml, dan Botol *Aquadest*.

### Prosedur Kerja

1. Mencuci tempurung kelapa dari kotoran,
2. Menjemur tempurung kelapa dibawah sinar matahari.
3. Proses Karbonisasi: Menimbang tempurung kelapa sebanyak 5 kg., Mengarbonisasi tempurung kelapa dengan menggunakan drum selama 2 jam dengan suhu 325 °C, Menggiling arang yang terbentuk, Mengayak arang yang terbentuk dengan ukuran 100 mesh.
4. Proses Aktivasi Kimia :Merendam arang yag terbentuk pada larutan HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan NH<sub>4</sub>Cl. Masing masing dengan konsentrasi 0.5 M, 2 M, 4 M, 6M, dan 8 M selama 24 jam., Menyaring arang hasil rendaman, Menetralkan arang hasil rendaman dengan *aquadest* hingga pH7, Mengeringkan dalam oven dengan suhu 110 °C, Melakukan ulang dengan prosedur diatas dengan jenis activator

yang berbeda, Diaktivasi dengan cara pemanasan pada temperature 750 °C selama 2 jam dengan furnace, Melakukan uji kadar air, kadar abu, zat mudah menguap dan daya serap iodin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data pengamatan

Data hasil pengamatan ditampilkan pada tabel 1.

### Pembahasan

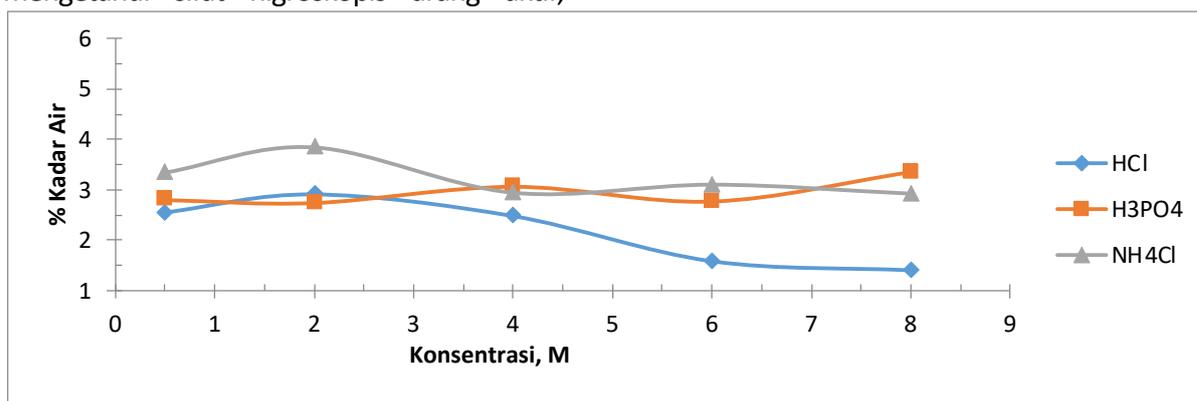
Pada penelitian ini memanfaatkan tempurung kelapa menjadi karbon aktif yang bertujuan untuk membuat karbon aktif yang sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995. Tahap awal pada penelitian ini adalah pembuatan karbon aktif menggunakan bahan baku tempurung kelapa dilakukan dengan cara karbonisasi menggunakan drum bekas selama 2 jam, karbonisasi ini dilakukan untuk mengeringkan dan menguapkan sehingga akan terbentuk struktur pori awal. Energi panas yang terjadi pada saat karbonisasi akan menguraikan molekul kompleks karbon. Karbon yang dihasilkan dilanjutkan dengan tahap aktivasi kimia, tetapi sebelumnya karbon dihaluskan dan disaring dengan ayakan 100 mesh. Karbon yang telah dihaluskan direndam dalam larutan HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl dengan masing-masing variasi 0.5, 2, 4, 6, dan 8 M, dalam wadah tertutup selama 24 jam. Perendaman ini dilakukan untuk memperluas permukaan arang dengan membuka pori-pori sehingga memperbesar kapasitas adsorbs. Kemudian karbon dilanjutkan ke tahap aktivasi fisika dengan temperature 750 °C selama 2 jam didalam tube furnace. Selanjutnya melakukan beberapa analisa seperti kadar air, kadar abu, bagian yang hialang pada pemanasam 950 °C, dan daya serap iod.

**Tabel 1.** Data hasil uji karbon aktif

Larutan	Konsentrasi (M)	Moisture (%)	Ash (%)	VM (%)	Daya serap I <sub>2</sub> (mg/)
HCl	0.5	2.550	1.969	6.543	803.642
	2	2.910	2.190	6.479	817.829
	4	2.480	1.930	7.660	838.544
	6	1.580	1.538	8.173	862.527
	8	1.399	1.390	8.997	876.585
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.5	2.808	2.378	6.952	790.097
	2	2.749	2.050	7.127	804.254
	4	3.070	2.270	6.892	793.529
	6	2.779	2.139	7.930	762.949
	8	3.361	2.110	8.994	778.386
NH <sub>4</sub> Cl	0.5	3.340	2.149	7.217	756.177
	2	3.850	2.270	8.099	817.973
	4	2.940	2.220	7.799	834.187
	6	3.101	1.410	8.294	858.606
	8	2.920	2.370	7.670	809.532

Kadar air menunjukkan presentase kandungan air yang terdapat didalam karbon aktif. Penentuan kadar air ini bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif,

dimana karbon aktif mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Hasil analisa untuk kadar air ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Hubungan antara konsentrasi HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl dan kadar air

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air masing-masing activator dari karbon aktif yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%. Dimana kadar air terendah terdapat pada activator HCl yaitu 1.39 % dengan konsentrasi 8 M, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada activator

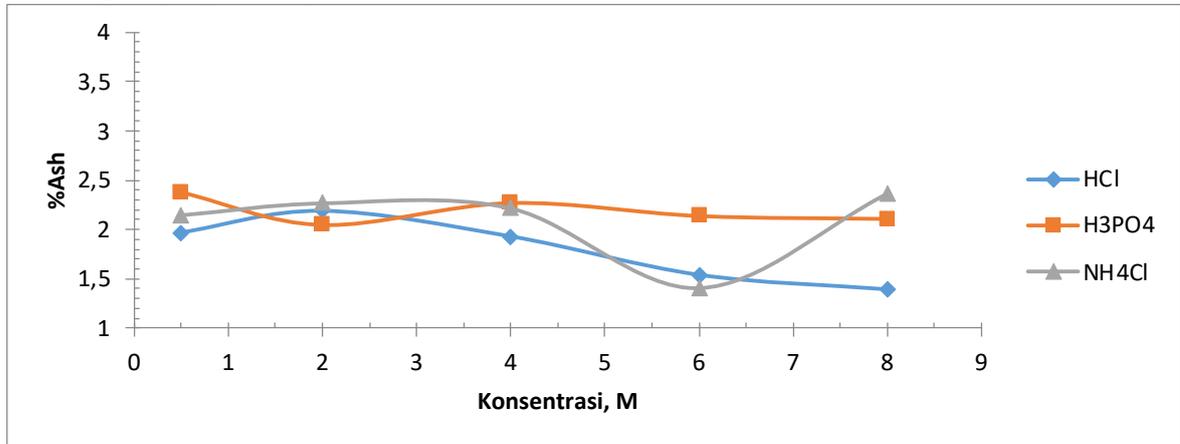
NH<sub>4</sub>Cl yaitu 3.85 % dengan konsentrasi 2 M. Dari hasil yang didapatkan juga terlihat bahwa pada activator NH<sub>4</sub>Cl didapat kadar air yang lebih tinggi dari activator lainnya. Ini menunjukkan bahwa pori-pori yang dihasilkan pada proses aktivasi dengan menggunakan activator NH<sub>4</sub>Cl lebih banyak sehingga sifat

higroskopis dari karbon aktif semakin meningkat.

Kadar Abu bertujuan menentukan kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Bahan kimia pengaktivasi berpengaruh terhadap kadar abu dari karbon aktif. Pernyataan ini berdasarkan analisis ragam yang menunjukkan bahwa suhu,

konsentrasi, dan waktu aktivasi serta interaksi antara suhu, waktu aktivasi, dan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kadar abu karbon aktif (Jamilatun, 2014)

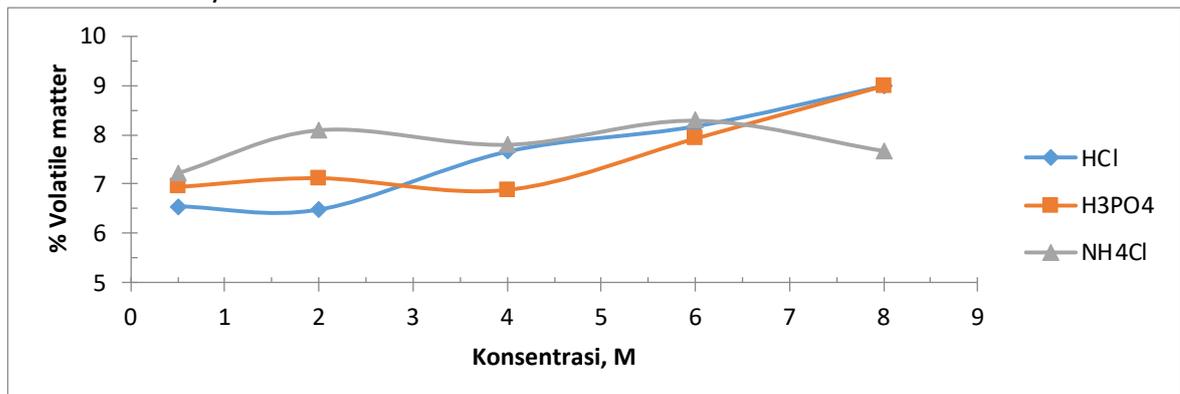
Hasil analisa untuk kadar abu ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi HCl, H3PO4, NH4Cl dan kadar abu

Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang (Scroder, 2006). Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar abu terendah terdapat pada activator HCl yaitu 1.39 % dengan konsentrasi 8 M, sedangkan kadar abu tertinggi terdapat pada activator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yaitu 2.38 % dengan konsentrasi 0.5 M. Kadar abu pada masing-masing activator ini sesuai SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%.

Penentuan bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap yang terkandung dalam karbon aktif pada suhu 950 °C. Bagian hilang pada pemanasan ini terdiri sebagian besar gas-gas yang mudah terbakar seperti hydrogen, CO<sub>2</sub>, metan dan sebagian uap kecil yang dapat mengembun seperti tar, dan sebagainya (Muchjidin, 2006). Hasil analisa untuk bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C ditunjukkan pada gambar 3.



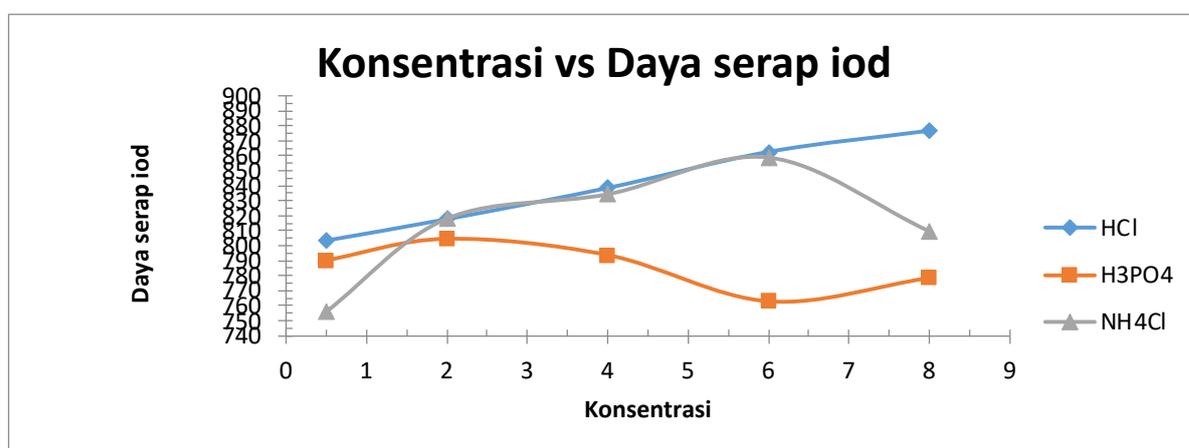
Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi HCl, H3PO4, NH4Cl dan volatile matter

Semakin tinggi konsentrasi activator maka nilai bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena karbon yang terbentuk strukturnya tidak amorf sehingga pada pemanasan tinggi pada suhu 950 °C struktur karbon banyak yang menguap (teroksidasi) membentuk CO<sub>2</sub> dan gas-gas yang mudah terbakar seperti metan dan sebagainya. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 25%. Kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C terendah terdapat pada activator HCl yaitu 6.48% dengan konsentrasi 2

M dan tertinggi terdapat pada activator HCl yaitu 8.99% dengan konsentrasi 8 M.

Penentuan daya serap iod bertujuan untuk menentukan kemampuan atau daya serap suatu karbon aktif. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah dengan metode titrasi iodometri. Daya serap tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka menunjukkan seberapa besar adsorben dapat menyerap iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya serap arang aktif.

Hasil analisa untuk daya serap iod ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi HCl, H3PO4, NH4Cl dan Daya serap iod

Semakin tingginya konsentrasi bahan pengaktif akan cenderung meningkatkan daya serap iod. Hal ini disebabkan karena kadar tar semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi bahan pengaktif pada saat perendaman, dimana proses perendaman dengan bahan pengaktif pada dasarnya dilakukan untuk mengurangi kadar tar, sehingga semakin pekat bahan pengaktif yang digunakan maka akan semakin berkurang kadar tar pada karbon, akibatnya pori-pori yang terdapat pada karbon semakin besar atau dengan kata lain luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Semakin luas permukaan karbon aktif maka akan semakin tinggi daya serapnya (Subadra dkk, 2002). Dari gambar 4

daya serap iod terendah terdapat pada activator NH<sub>4</sub>Cl yaitu 756.18 mg/g dengan konsentrasi 0.5 M, dan daya serap iod tertinggi terdapat pada activator HCl yaitu 876.58 mg/g dengan konsentrasi 8 M. Hal ini disebabkan karena arang aktif dengan activator HCl selain bersifat reaktif juga mampu membuka pori karbon aktif dengan baik sehingga memiliki kemampuan daya serap iod paling tinggi.

## KESIMPULAN

1. Tujuan dari penelitian ini telah berhasil karena setiap larutan aktivator HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan NH<sub>4</sub>Cl yang konsentrasinya 0.5 M, 2 M,

- 4 M, 6 M, 8 M telah memenuhi SNI No. 06-3730-1995
2. Daya serap iod terbaik terdapat pada aktivator HCl yaitu 876.58 mg/g dengan konsentrasi 8 M.
  3. Kadar air terbaik terdapat pada aktivator HCl yaitu 1.39 % dengan konsentrasi 8 M.
  4. Kadar abu terbaik terdapat pada aktivator HCl yaitu 1.39 % dengan konsentrasi 8 M.
  5. Kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C terbaik terdapat pada aktivator HCl yaitu 8.99% dengan konsentrasi 8 M.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Samarinda pada umumnya dan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) pada khususnya yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1995). Standar kualitas karbon aktif SNI 06-3730-1995.
- APCC (Asian Pacific Coconut Community), (2007). Negeri berjuta Cocos. Trubus 469 (Desember 2008/XXXIX): 32.
- Awang, S.A. 1991. *Kelapa Kajian Sosial Ekonommi*. Aditya Media: Yogyakarta
- Badan pusat Statistik & Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur. (2014). *Produk buah-buahan menurut jenisnya dan kabupaten/kota (Ton)*.
- Basu, P. (2006). *Combustion and Gasification In Fluidized Beds*. New york: CRC.
- Cheremisinoff, D.N., Ellerbusch, F., (1978). *Carbon Adsorption Handbook*, An Arbon Science, New York.Sembiring, Meilita T., Sinaga, Tuti S., 2003, *Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya*, Medan: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Hugh, O. P. (1993). *Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes*. Amerika: Noyes Publication.
- Husni, H. dan Cut M. R. (2008). *Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batang Pisang Menggunakan gas nitrogen*. Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan. Banda Aceh: Universitas Syiah kuala Darussalam.
- Jamilatun dan Setyawan, (2014) *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. Spektrum Industri, 2014, Vol. 12, No. 1, 1 – 112*.
- Jankowska, H., Swatkowski, A. and Choma, J., (1991). *Active Carbon*, Ellis Horwood, New York.
- Ketaren, S dan Djatmiko, B. 1978. Minyak Atsiri bersumber dari Bunga dan Buah. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta IPB. bogor
- Kinoshita, K. 1988. *Carbon Electrochemical and Physicochemical Properties*. New York: John Wiley & Sons.
- Kirk, R. E. (1983). *Encyclopedia of Chemical Technology* vol.4. New York: Johnwiley & sons.
- Kurniati, Elly. 2008. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif Jawa Timur: Teknik Kimia FTI UPN*.
- Kvech, S. and Tull, E., (1998). *Activated Carbon in Water Treatment Primer*, Environmental Information Management Civil Engineering Dept, Virginia Tech, <http://wtprimer/carbon/sketcarb.html>.
- Marsh, H. dan Francisco R. R. (2006). *Activated Carbon*. Belanda: Elsiwier Science & Technology Books.

- Muchjidin (2006). *"Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara"*. Bandung: Institute Teknologi Bandung (ITB).
- Parker, S. P. (1993). *Encyclopdia of Chemistry Second Edition*. Washington: McGraw-Hill, Inc.
- Pari, G. (2002). *Teknologi Alternatif Pengolahan Limbah Kayu*. Makalah falsafah science IPB Tidak diterbitkan. Bogor: IPB.
- Raharjo, S. (1997). *Pembuatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergajian Pohon Jati dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya.
- Roque, M. dan Rolando M. A. (2007). *Adsorption and Diffusion in Nanoporous Material*. Prancis: CRC Press.
- Razi, Khairol, T. (2015). *Perbandingan activator asam fosfat, asam formiat dan asam asetat pada produksi karbon aktif berbasis tempurung kelapa*. Banda Aceh: Jurusan Syiah Kuala. <http://etd.unsyiah.ac.id/baca/index.php?id=17577&page=1>
- Sembiring, M. T dan Sinaga. T. S. (2003). *Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatan)*. Sumatra Utara: Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Sen, D. (2005). *Reference Book on Chemical Engineering vol.1*. New Delhi: New Age International Publisher.
- Subadra Indah, Setiaji Bambang, Tahir Iqmal, (2005). *Activated carbon production from coconut shell with (NH<sub>4</sub>) HCO<sub>3</sub> activator as an adsorbent in virgin coconut oil purification*.
- Suhartana, (2006). *Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku arang aktif dan aplikasinya untuk penjernihan air sumur di desa belor kecamatan ngaringan kabupaten grobogan (Vol. 9, No. 3 Juli 2006, hal. 151-156)*.
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.