

PENGARUH KONSENTRASI NaOH PADA PENGAMBILAN SILIKA DARI ABU SEKAM PADI UNTUK SINTESIS ZEOLIT DAN APLIKASI SEBAGAI BUILDER DETERJEN

Teguh Iman P, Dra. Arneli MS, Drs. Ahmad Suseno M.Si

Laboratorium Kimia Fisika, Fakultas Sains dan Matematika,
Universitas Diponegoro, Kampus Tembalang, Semarang 50275 _
ipras99@gmail.com

ABSTRAK

Deterjen terdiri dari campuran *builder*, surfaktan, *filler* dan aditif. Penggunaan *sodium tri polyphosphate* (STPP) sebagai *builder* pada deterjen menyebabkan deposit fosfat dalam air sehingga mengakibatkan eutrofikasi. Zeolit mampu menggantikan peran fosfat sebagai *builder* pada deterjen. Abu sekam padi dapat dimanfaatkan dalam mensintesis zeolit karena kandungan silika yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh konsentrasi NaOH dalam pengambilan silika dari abu sekam padi terhadap karakter zeolit hasil sintesis dan menentukan deterjensi dari surfaktan *sodium lauryl sulfate* dengan menggunakan zeolit sintesis sebagai *builder*.

Metode yang digunakan dalam sintesis zeolit dari abu sekam padi adalah sol gel yang dilanjutkan dengan hidrotermal. Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dicampur dengan Natrium Aluminat (Na_2AlO_2) kemudian disetirer sehingga membentuk gel yang selanjutnya dihidrotermaal pada suhu 100°C selama 5 jam. Karakterisasi zeolit hasil sintesis meliputi penentuan menggunakan metode difraksi sinar-x, FT-IR, kapasitas tukar kation pada zeolit dan pengujian daya deterjensi zeolit serta membandingkan dengan STPP dalam peranannya sebagai *builder*.

Hasil penelitian diperoleh kemampuan deterjensi optimum sebesar 94,313% dengan nilai KTK 65,71 mek/100 g dan ukuran kristal 23,589 nm pada variasi konsentrasi NaOH 6,67M. Berdasarkan karakterisasi XRD dan FT-IR zeolit yang terbentuk adalah zeolit A, Na-A, Na-Y dan Sodalit. Pengaruh konsentrasi NaOH dalam pengambilan silika dari abu sekam padi terhadap zeolit sintesis adalah semakin tinggi konsentrasi NaOH semakin kecil ukuran kristal sehingga daya deterjensi semakin tinggi.

Kata kunci: Silika, Sintesis Zeolit, *Builder*, Deterjensi.

1. PENDAHULUAN

Deterjen merupakan bahan pembersih yang merupakan campuran dari beberapa zat kimia, yaitu surfaktan sebagai zat aktif permukaan (*surface active agent*); pembangun (*builder*) yang biasanya menggunakan senyawa fosfat, sitrat, asetat, atau silikat (zeolit); pengisi (*filler*) dan serta zat aditif seperti pewangi, pewarna, pemutih, dan lain-lain. Zat pembangun (*builder*) pada deterjen berfungsi dalam meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air (ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}). Kemampuan *builder* sebagai zat pembangun dalam deterjen meliputi alkalinitas, kapasitas buffer,

kompatibilitas pemutih, tosisitas terhadap mulut, iritasi mata, efek terhadap lingkungan dan nilai ekonomis (Yangxin dkk., 2008).

Zeolit adalah mineral aluminosilikat terhidrasi dengan struktur tiga-dimensi terbuka sehingga sangat berguna untuk mengatasi mobilitas unsur-unsur beracun dalam sejumlah aplikasi lingkungan (Wu dkk, 2008). Zeolit memiliki kemampuan dalam pertukaran kation (Belviso dkk, 2009). Ion-ion tersebut dapat dipertukarkan dengan ion sejenis, kemampuan inilah yang banyak dimanfaatkan di industri, salah satunya dimanfaatkan pada industri deterjen (Hui dkk, 2006). Banyak diantara deterjen yang menggunakan *builder* jenis *sodium tri polyphosphate* (STPP) dan *tetra sodium pyrophosphate* (TSPP), namun *builder* jenis tersebut dapat menyebabkan deposit fosfat dalam air dan berakibat eutrofikasi (Udhoji dkk, 2005). Penggunaan zeolit sebagai *builder* deterjen sebelumnya telah dilakukan oleh Hui dkk., 2006 yaitu sintesis zeolit 4A yang dibuat dari *fly ash* batu bara dengan menggunakan metode hidrotermal. Hasil menunjukkan bahwa zeolit 4A sintesis tersebut dapat menghilangkan ion kalsium selama siklus mencuci dan toksikologinya aman, namun dalam bentuk morfologi kristal serta ukuran diameter pori-pori kurang baik yaitu dengan diameter pori-pori sebesar 2-4,5 μm dan nilai KTK sebesar 190 mek/100 gram (Hui dkk., 2006).

Jiang dkk (2011) telah melakukan sintesis zeolit A dari palygorskite dengan variasi waktu hidrotermal menghasilkan zeolit sintesis dengan ukuran diameter pori-pori 2 μm dan nilai KTK 318 mek/100 gram dan rasio Si/Al sebesar 1,53-3,05 pada waktu hidrotermal 5 jam. Zeolit mampu menggantikan peran fosfat sebagai pembentuk *builder* dalam deterjen, karena zeolit dapat mencegah pembentukan garam-garam anorganik yang larut kurang baik dalam air (Hui dkk, 2006). Mineral utama untuk membentuk kerangka zeolit adalah silikat, disamping alumina. Salah satu sumber di alam yang kaya akan silika adalah sekam padi, dimana sekam padi selama ini kurang dimanfaatkan penggunaannya. Kandungan silika dalam abu sekam padi mencapai 86,9-97,80 % (Yusof dkk., 2010).

Zeolit sintetik dapat dibuat dengan menggunakan metode sol-gel yang dilanjutkan hidrotermal yakni dengan mengamati pengaruh dari variasi komponen, variasi suhu hidrotermal, dan variasi waktu hidrotermal (Mojtaba Mirfendereski dkk, 2011). Pada penelitian ini diketahui bahwa parameter konsentrasi NaOH sangat mempengaruhi jenis dan karakter dari zeolit hasil sintesis karena mempengaruhi jumlah komponen dari silika dan komponen lainnya sehingga perlu adanya penelitian mengenai pengaruh konsentrasi NaOH ini.

Berdasarkan latarbelakang diatas, maka penelitian ini akan melakukan sintesis zeolit berbahan dasar sekam padi sebagai sumber Si menggunakan metode sol-gel yang dilanjutkan hidrotermal dengan perbandingan konsentrasi NaOH kemudian diaplikasikan sebagai *builder* dalam proses deterjensi. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan zeolit yang memiliki kemampuan sebagai *builder* deterjen yang baik untuk menggantikan pemakaian *STPP*. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan pengaruh konsentrasi NaOH pada pengambilan silika dari abu sekam padi terhadap karakterisasi zeolit hasil sintesis dan menentukan daya deterjensi surfaktan Natrium Lauril Sulfat dengan menggunakan zeolit hasil sintesis sebagai *builder*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

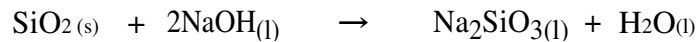
Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Fisik Universitas Diponegoro dengan beberapa tahapan meliputi: preparasi sekam padi, pembuatan natrium silikat, natrium aluminat, kemudian sintesis zeolit dilanjutkan dengan tahap karakterisasi di ITB Bandung dan UGM serta uji deterjensi surfaktan dengan builder zeolit dan sebagai pembanding digunakan STPP. Tahap pembuatan abu sekam padi Sekam padi dicuci, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering, kemudian sekam diarangkan diatas kompor. Arang yang diperoleh kemudian di furnace selama 4 jam dengan suhu 700°C kemudian didinginkan dan dihaluskan. Tahap pembuatan natrium silikat sebanyak 5 gram abu sekam padi yang diperoleh dilarutkan kedalam 50 mL NaOH dengan berbagai konsentrasi yaitu 1, 1.67, 3.33, 5, 6.67 M dan distirer dengan pemanasan selama 2 jam suhu 80°C dan kecepatan 300 rpm. Tahap pembuatan natrium aluminat 20 g NaOH yang dilarutkan dalam 100 mL akuades dipanaskan dan di tambahkan 8,5 g $\text{Al}(\text{OH})_3$ disertai pengadukan hingga larut sempurna atau homogen. Selanjutnya tahap sintesis zeolit 20 mL natrium Silikat dan 20 mL natrium Aluminat dicampuran kemudian diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer selama 2 jam pada 300 rpm. Selanjutnya dimasukkan ke dalam alat hidrotermal dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 5 jam dalam keadaan tertutup rapat. Hasil yang terbentuk kemudian di saring dengan kertas saring Whatmann. Padatan yang terbentuk kemudian dicuci dengan Aquades hingga pH filtrat 10-11. Selanjutnya di keringkan pada suhu 100°C selama 12 jam.

Analisis Hasil Sintesis Analisis morfologi padatan dan fasa kristal dengan menggunakan XRD dan FTIR untuk identifikasi ikatan dalam stuktur zeolit dan AAS untuk perbandingan rasio Si/Al. Penentuan konsentrasi misel kritis (c.m.c) Surfaktan Sodium Lauril Sulfat dilakukan dengan menggunakan metode turbidimetri, dimana surfaktan akan divariasi konsentrasinya. Untuk menentukan c.m.c dibuat variasi konsentrasi, kemudian diukur kekeruhannya dengan turbidimetri. Tahap deterjensi Kain dengan ukuran 10 x 10 cm yang telah diukur berat bersihnya dimasukkan dalam gelas piala 1000 ml yang berisi kotoran standar sambil diaduk-aduk hingga 30 menit. Setelah kotoran menempel pada kain, kemudian kain diangkat dan diangin-anginkan selama 30 menit. Setelah kain kering, kain dioven pada suhu 105°C selama 3 jam hingga diperoleh berat kain yang konstan. Kain dimasukkan dalam desikator selama 1 jam. Kemudian kain ditimbang dan dicatat sebagai berat kain kotor. Kain selanjutnya dicuci dengan larutan pencuci surfaktan *sodium lauryl sulfate* dengan penambahan zeolite hasil sintesis 60%. Setelah proses pencucian, kain di bilas dengan air kran dan di angin-anginkan selama 30 menit. Kemudian kain di masukkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C dan dimasukkan dalam desikator selama 1 jam. Kain di timbang dan di catat berat bersihnya. Kemudian dihitung deterjensinya dan dibandingkan dengan menggunakan *Sodium tripolyphosphate* (STPP) sebagai builder.

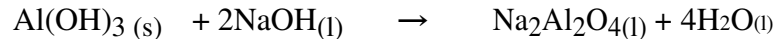
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan sintesis zeolit silika yang diisolasi dari abu sekam padi dicampur dengan aluminat kemudian terbentuk gel yang akan dilanjutkan ke proses hidrotermal.

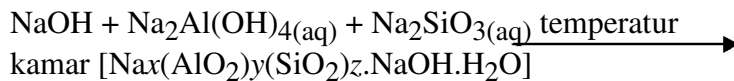
Reaksi yang terjadi pada pengambilan silika:



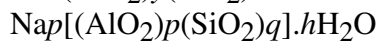
Pada pembuatan aluminat:



Reaksi keseluruhan:

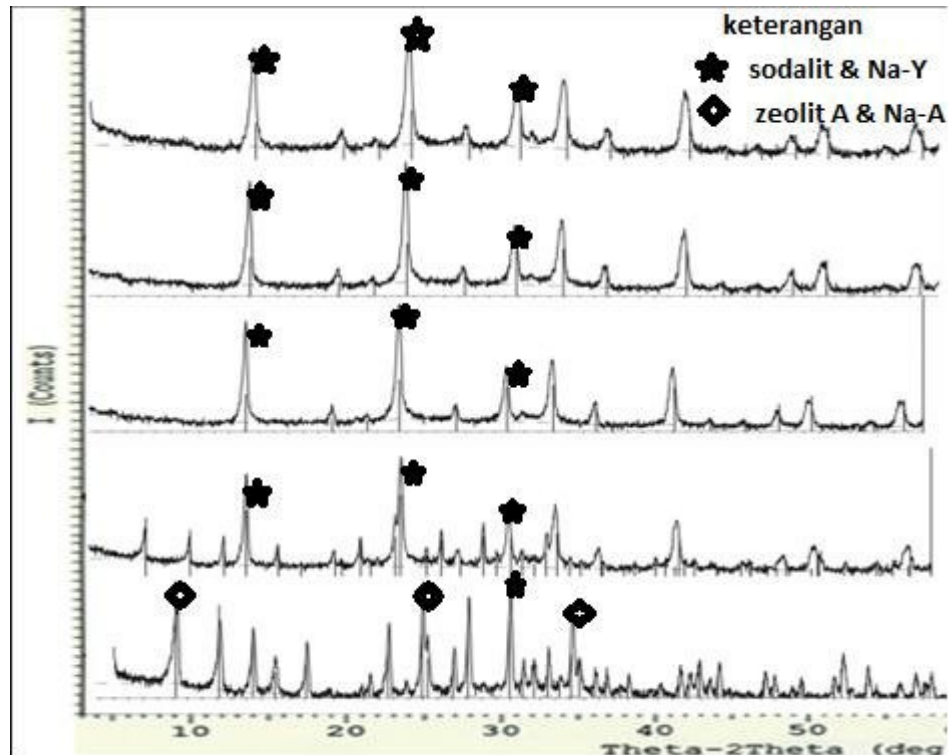


(Gel-Fase Meta-stabil)

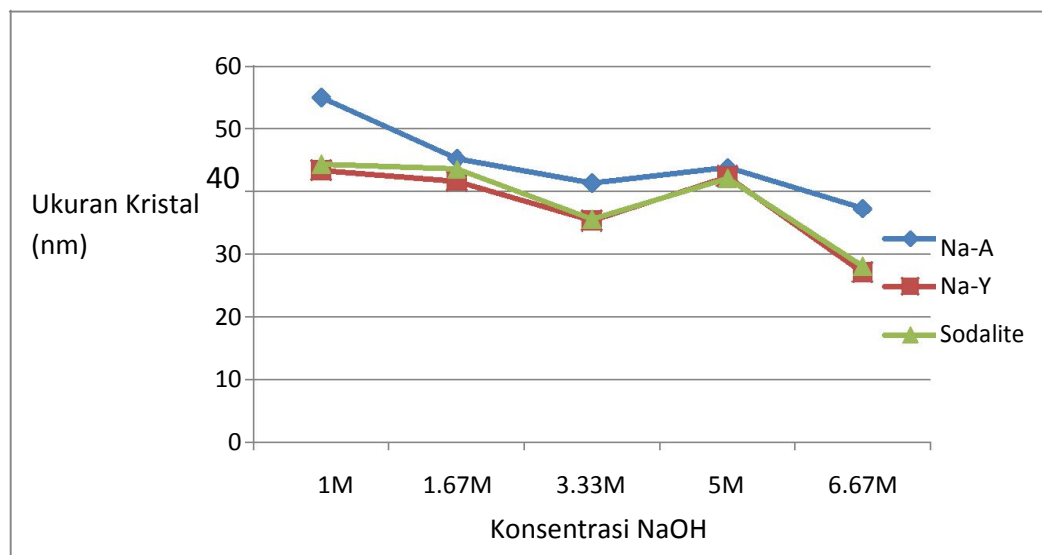


(Crystal in suspension Fase stabil)

Pada saat masih terbentuk gel dilakukan analisis AAS untuk mengetahui rasio Si/Al dan diperoleh data bahwa rasio Si/Al dari sampel tersebut sebesar 1,6345 yang berarti zeolit hasil sintesis akan membentuk zeolit jenis A. Hasil zeolit yang terbentuk kemudian dianalisis menggunakan XRD dan FT-IR. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa zeolit hasil sintesis dominan zeolit tipe NaA dengan ukuran kristal bervariasi. Data XRD ditunjukkan oleh spektra berikut:



Pengaruh hubungan konsentrasi NaOH dengan ukuran kristal zeolit ditunjukkan oleh grafik berikut:



Konsentrasi NaOH dalam pengambilan silika dari abu sekam padi sangat mempengaruhi seberapa banyak silika yang ada dalam proses sintesis zeolit sehingga akan mempengaruhi pula hasil zeolit yang terbentuk.

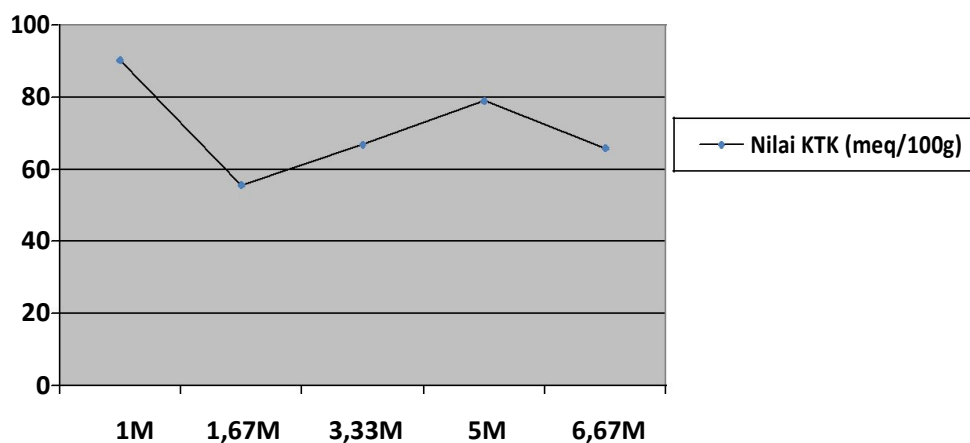
Berdasarkan data FT-IR dapat diperoleh data gugus fungsi sebagai berikut:

Referensi	Interprestasi Bilangan Gelombang (cm^{-1})			
	Vib. Ulur Asimetri	Vib. Ulur Simetri	Vib. Double Ring	Vib. Tekuk TO
Na-Y	1130	784	572	455
Na-A	995	660	554,8	464
A	1003	666	555	447
Sampel				
Z 1	1002,98	663,51	555,50	462,92
Z 2	987,55	663,51	563,21	432,05
Z 3	987,55	663,51	624,94	462,92
Z 4	987,55	663,51	-	455,20
Z 5	987,55	663,51	570,93	470,63

Berdasarkan tabel diatas, spektra dari kelima zeolit hasil sintesis menunjukkan adanya zeolit Na-A. Azizi dkk., (2010) telah mensintesis zeolit Na-A dari abu sekam padi menunjukkan spektra pada panjang gelombang 1003, 665, 557 dan

466 cm^{-1} . Hal ini di perkuat dengan penelitian Yusof dkk., 2010 yang telah mensintesis zeolit Na-A dari abu sekam padi memberikan spektra infra merah pada panjang gelombang 1004,4; 667,6; 554,8 dan 463,4 cm^{-1} . Dari perbandingan hasil spektra dengan data spektra standart diperoleh hasil bahwa Zeolit pada variasi 1M merupakan zeolit A dan pada variasi 1.67M, 3.33M, 5M, dan 6.67M merupakan zeolit tipe Na-A.

Analisis kapasitas tukar kation dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kation yang dapat terserap dalam zeolit hasil sintesis. Diperoleh data



sebagai berikut:

Hasil optimal ditunjukkan pada variasi 1M sebesar 90meq/100g. Pada uji deterjensi digunakan surfaktan natrium lauril sulfat (*Sodium Lauryl Sulfate*) yang ditentukan konsentrasi misel kritisnya (c.m.c) dengan menggunakan metode turbidimetri dan tegangan permukaan. Daya deterjensi dari deterjen menggunakan zeolit dibandingkan dengan deterjen dengan STPP dan tanpa builder. Data deterjensi yang diperoleh ditunjukkan dengan data:

Builder	% Uji Deterjensi Rata-rata
Zeolit 1 M	85,60 %
Zeolit 1.67 M	87,14 %
Zeolit 3.33 M	92,33 %
Zeolit 5 M	93,39 %
Zeolit 6.67 M	94,313 %
STPP	70,47 %
Surfaktan+filler	48,7 %

Berdasarkan data-data yang diperoleh menunjukkan bahwa zeolit hasil sintesis dengan variasi konsentrasi NaOH memiliki kemampuan deterjensi lebih bagus dibandingkan dengan STPP sebagai builder. Hasil optimal diperoleh pada zeolit

variasi NaOH sebesar 6.67 M dengan daya deterjensi rata-rata sebesar 94,313%. Zeolit sebagai builder lebih memiliki keunggulan dibandingkan STPP, diantaranya menurunkan kesadahan air dengan cara pertukaran ion natrium yang dilepaskan zeolit dan digantikan ion kalsium dari air sadah, lebih ramah lingkungan karena bebas dari fosfat yang sulit untuk didegradasi, dan mempertahankan alkalinitas dengan mencegah pembentukan garam-garam anorganik yang kurang larut dalam air. Sehingga zeolit dapat menggantikan peran STPP sebagai builder dalam deterjen yang banyak digunakan pada deterjen dipasaran.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai *Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Pengambilan Na-Silikat dari Abu Sekam Padi Untuk Sintesis Zeolit dan Aplikasi sebagai Builder Deterjen* dapat diperoleh kesimpulan antara lain: Zeolit yang diperoleh dari sintesis menggunakan abu sekam padi melalui metode hidrotermal dengan variasi konsentrasi NaOH pada pengambilan Na-Silikat menghasilkan zeolit A, Na-A, Na-Y, dan Sodalit dengan ukuran kristal yang semakin kecil seiring kenaikan konsentrasi NaOH. Hasil aplikasi dalam uji deterjensi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan daya cuci berdasarkan kenaikan konsentrasi NaOH hasil optimum sebesar 94,313% pada variasi 6,67M dengan nilai KTK sebesar 65,71 meq/100g.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, *Zeolites for Detergents as nature intended*, Zeodet, Association of Detergent Zeolite Producers
- Azizi, N.S., dan Yousefpour, M., 2010 Synthesis of zeolites Na-A and Analcime using rice husk ash as silica source without using organic template, *J. Mater Sci*, 45: 5692-5697
- Belviso, C., Cavalcante, F., Lettino, A., dan Fiore, S., 2009, Zeolite Synthesised from Fused Coal Fly Ash at Low Temperature Using Seawater for Crystallization, *ISSN 1946-0198*
- Breck, D.W., Eversol, W.G., Milton, R.M., Reed, T.B., dan Thomas, T.L., 1956, Crystalline zeolites, the properties of a new synthetic zeolite type A, *Journal of the American Chemical Society*, 78:23
- Faucher, A.J., dan Goddard, D.E., 1978, Interaction of keratinous substrates with sodium lauryl sulfate: I. Sorption, *Society of Cosmetic Chemist*, Canada
- Feng, C., Sheng, J., Wang, L., dan Shun, X., 2008, Influence of NaOH concentrations on synthesis of pure-form zeolite A from fly ash using two-stage method, *Journal of Hazardous Materials*, 155: 58-64
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S., 1986, *Kimia Organik*, edisi 1, jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Hadi, S.H., 1986, *Pembuatan dan Karakterisasi Zeolit A dari Sekam Padi*, UGM, Yogyakarta.
- Hamdan, H., 1992, *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification*, University Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur

- Hui, K.S., dan Chao C.Y.H., 2006, Pure, single phase, high crystalline, chamfered-edge zeolite A synthesized from coal fly ash for use as as builder in detergents, *Journal of Hazardous Materials*, B137, 401-409
- Ismail, A.A., Mohamed, R.M., Ibrahim, I.A., Kini, G., dan Koopman, B., 2010, Synthesis, Optimization and characterization of zeolite A and its ion-exchange properties, *Colloids and Surface A: Physicochemical and engineering Aspects*, 366, 80-87
- Jiang, J., Feng, L., Gu, X., Qian, Y., Yaxin, G., dan Duanmu, C., 2011, Synthesis 30 of zeolite A from palygorskite acid activation, *Applied Clay Science*, CLAY-02325-6
- Jumaeri., Mahatmanti, W., Astuti. T., 2006, Pemanfaatan abu layang batu bara dengan perlakuan hidrotermal sebagai bahan penurun kesadahan (water softener) dalam penyediaan air minum, *Laporan Penelitian Terapan, DIPA UNNES*, Semarang
- Katsuki, H., dan Komarneni, S., 2009, Synthesis of Na-A and/or Na-X zeolite/porous carbon composites from carbonized rice husk, *Journal of Solid State Chemistry*, 182, 1749-1753
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Pres. Jakarta
- Ojha, K., Sig, Y., dan Wha, S.A., 2004, Zeolit from fly ash: synthesis and characterization, bull, mater, *Indian Academy of Sciences*, 27, 555-564
- Rosen, J.M., 1978, *Surfactants and Interfacial Phenomena*, The city university of New York
- Udhoji, J.S, Bansawal, A.K., Meshram, S.U., dan Rayalu, S.S., 2005, Improvement in optical brightness of fly ash based zeolite-A for use as detergent builder, *Journal of Scientific and Industrial Research*, 64, 367-371
- Wu.D, Zhang B, C.Li, Z.Zhang, H.Kong, *Simultaneous removal of ammonium and phosphate by zeolite synthesized from fly ash as influenced by salt treatment*, *Journal Colloid Inter Science*
- Yangxin, Y., Jin, Z., dan Bayly, E.A., 2008, Development of surfactants and builders in detergents formulations, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16, 517-527
- Yusof, M.A., Nizam, A.N., dan Rashid, A.N., 2010, Hydrothermal conversion of rice husk ash to faujasite-types and Na-A type of zeolites, *J. Porous Mater*, 17, 39-47
- [Http://sciencedirect.com](http://sciencedirect.com)

Pembimbing I,

Semarang, 31 Desember 2012
Pembimbing II,Dra. Arnelli, MS
NIP. 1959 02 11 1989 03 2 001Drs. Ahmad Suseno, M.Si
NIP. 1964 08 18 1990 03 1 001