

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PEMANFAATAN MEMBRAN KERAMIK DARI ABU BATUBARA UNTUK PENGOLAHAN AIR BERSIH DI KOTA SEMARANG

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : ENY APRIYANTI,
Perguruan Tinggi : Universitas Pandanaran
NIDN : 0630046601
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 085727745924
Alamat surel (e-mail) : enyapriyanti@ymail.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : SHINTAWATI DYAH PURWANINGRUM S.T, M.T
NIDN : 0619108501
Perguruan Tinggi : Universitas Pandanaran

Anggota (2)
Nama Lengkap : SRI SUBEKTI
NIDN : 0622017102
Perguruan Tinggi : Universitas Pandanaran


Anggota (3)
Nama Lengkap : Dr Heru Susanto S.T, M.T
NIDN : 0029057502
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Anggota (4)
Nama Lengkap : Dr I Nyoman Widiasta S.T, M.T
NIDN : 0023047003
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 66,500,000
Biaya Keseluruhan : Rp 95,000,000

Mengetahui,
Dean Fakultas Teknik

(Dean Priyoga, ST., MT)
NIP/NIK D 700 078

Kota Semarang, 4 - 11 - 2018
Ketua,

(ENY APRIYANTI,)
NIP/NIK D 700 140

Menyetujui,
Ka. LPPM-UNPAND

(Sri Pujiyono, SSos., MM)
NIP/NIK D 700 114

Ringkasan

Air bersih merupakan salah unsur terpenting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, tetapi dalam kebutuhan sehari-hari suplai air bersih sudah tidak mencukupi lagi. Air bersih merupakan barang mahal untuk masyarakat Kota Semarang pada umumnya, tetapi di saat musim penghujan di Kota Semarang bawah bagian utara mudah di temukan daerah banjir. Dari kedua kondisi tersebut merupakan permasalahan yang sangat besar yaitu **adanya krisis air bersih**. Air bersih di Kota Semarang diperoleh dari PDAM yang berasal dari Kali Garang yang telah tercemar limbah dari kawasan Industri Simongan dan Kali Kudu yang dekat kawasan industri di bagian timur Kota Semarang, maka dengan adanya cemaran di kedua aliran sungai tersebut menyebabkan penurunan kualitas air bersih di Kota Semarang. Persoalan di atas merupakan persoalan kita semua, maka untuk mengatasi permasalahan tersebut di perlukan teknologi pengolahan air bersih yang baik. Pengolahan air bersih pada umumnya **masih menggunakan proses secara konvensional** yaitu dengan cara filtrasi menggunakan bak sedimentasi hingga hasilnya masih kurang maksimal maka di perlukan pengembangan teknologi pengolahan air bersih. **Pengolahan air bersih ini dapat di kembangkan menggunakan teknologi membran keramik untuk meningkatkan kualitas air bersih yang ramah lingkungan dan efisien**, sehingga air bersih yang diperoleh dapat memenuhi kualitas standart mutu air bersih yang telah ditetapkan di Indonesia, keputusan Menteri Kesehatan No.907/MENKES/SK/VII/2002. Membran keramik merupakan salah satu jenis membran yang dapat digunakan untuk pengolahan atau pemurnian air bersih, untuk kualitas membran ditentukan oleh lapisan supportnya abu batubara dan lapisan deposisi PES (Poli Etylen Sulfon), kedua aspek itulah yang menjadi perhatian dalam penelitian ini.

Kata kunci : air bersih, kualitas, membran keramik, pengolahan, teknologi

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT atas karuniaNya sehingga hibah penelitian PKPT tahun pertama ini telah terlaksana dengan lancar hingga 70%. Laporan kemajuan penelitian dengan judul **“Pemanfaatan Membran Keramik Dari Abu Batubara Untuk Pengolahan Air Bersih Di Kota Semarang”** , disusun guna memenuhi pertanggung jawaban kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian kompetitif Nasional bagi Dosen Perguruan Tinggi Swasta.

Penelitian tahun pertama dari rencana dua tahun ini berfokus pada pembuatan membran keramik support layer abu batubara yang bertujuan untuk mengetahui karakterisasi membran, pada kesempatan ini Tim Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan pada penelitian ini.
2. Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI Jawa Tengah, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi selaku pemberi dana pada penelitian
3. Rektor Universitas Pandanaran yang telah memberikan ijin dan fasilitas guna mendukung pelaksanaan penelitian ini.
4. LPPM Universitas Pandanaran yang telah bekerjasama untuk kelancaran pelaksanaan penelitian ini.
5. Keluarga, teman-teman dosen, administrasi, dan banyak pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga laporan penelitian ini dapat memberikan gambaran dari hasil yang telah kami laksanakan hingga capaian 100 %.

Semarang, November 2018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	Ii
RINGKASAN	Iii
PRAKATA	Iv
DAFTAR ISI	Vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	3
1.3. Keutamaan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Abu vulkanik	5
2.2. Air bersih	6
2.3. Membran	7
2.4. Membran Keramik	7
2.5. Membran Komposit	8
2.6. Support Layer	8
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
3.1. Tujuan	10
3.2. Manfaat.....	10
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Rancangan Percobaan.....	10
4.2. Bahan dan Alat	11
4.2.1. Bahan	11
4.2.2. Alat	12
4.3. Variabel Penelitian	12
4.4. Prosedur Penelitian	13

4.4.1.	Pembuatan Support layer	14
4.4.2	Proses kalsinasi.....	15
4.4.3	Karakterisasi Support Layer.....	15
4.4.4	Diagram Alir Penelitian.....	18
4.4.5	Tahapan Penelitian	19
4.4.6	Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
4.4.7	Rancangan Percobaan.....	20
4.4.8	Hambatan Penelitian dan cara penanggulangnya	21
BAB V HASIL YANG DICAPAI		
5.1	Hasil Analisa bahan baku	22
5.2	Hasil Penelitian.....	22
BAB VI RANCANGAN TAHAPAN BERIKUTNYA.....		
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		
		25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan sumberdaya yang sangat diperlukan oleh manusia baik untuk memenuhi kebutuhannya maupun menopang hidupnya secara alami. Kegunaan air bersih yang bersifat universal atau menyeluruh dari setiap aspek kehidupan menjadi semakin berharga. Keberadaan air bersih yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan hidup manusia sangat terbatas sedangkan kebutuhan manusia tidak terbatas sehingga perlu suatu pengelolaan yang lebih baik agar air dapat dimanfaatkan secara lestari. Pemanfaatan air bersih tentu akan sangat berkaitan dengan ketersediaan dan jenis pemanfaatan seperti pemanfaatan air untuk irigasi, perikanan, peternakan, industri dan lainnya. Adanya berbagai kepentingan dalam pemanfaatan air dapat menimbulkan terjadinya konflik baik dalam penggunaan airnya maupun cara memperolehnya. Seiring dengan bertambahnya penduduk maka persaingan untuk mendapatkan air bersih untuk berbagai macam kepentingan pun terus meningkat. Dengan makin meningkatnya populasi penduduk di seluruh dunia ini akan berkembang pula jumlah maupun jenis pemanfaatan akan sumber daya air bersih untuk mencukupi pola kehidupan yang akan maju mengikuti kemajuan peradaban. Dalam hal ini akan membuat makin kompleksnya persoalan yang menyangkut penyediaan sumber daya air bersih. Untuk penyediaan air bersih wilayah Kota Semarang belum bisa memenuhi seluruh kebutuhan air bersih dari sumber yang ada di Kota Semarang. Kebutuhan air bersih Kota Semarang yang mencapai 2.650 liter per detik. Guna memenuhi kebutuhan air bersih di kota Semarang diperlukan daerah penyangga atau pendukung untuk memenuhi kebutuhan air bersih, salah satu pendukung tersebut adalah kabupaten Semarang yang mempunyai daya air cukup melimpah selain di gunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air bersih di kabupaten juga sebagai sumber air bersih di kota Semarang. Produsen air bersih yang ada di

Semarang saat ini adalah PDAM, PDAM hanya mampu menghasilkan air baku tetapi bukan air bersih. Hal ini disebabkan oleh air baku PDAM yang berasal dari Kali Garang, telah tercemar limbah dari kawasan industri Simongan. Sehingga penurunan kualitas air Kali Garang berpengaruh pada kualitas air PDAM di kota Semarang sehingga dapat mengancam konsumen PDAM. Dalam proses pengolahan air bersih, diperlukan pengolahan yang memenuhi standar kualitas yang ada, agar produk yang dihasilkan berkualitas tinggi dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Pengolahan air bersih yang sudah diterapkan di Indonesia berupa pengolahan konvensional yang terdiri dari Koagulasi-Flokulasi, Sedimentasi dan Filtrasi. Akan tetapi pengolahan konvensional ini memiliki keterbatasan seperti membutuhkan luas lahan besar, operasional dan perawatan yang rumit hingga kualitas air yang masih dibawah standar. Hal ini menimbulkan pemikiran untuk mengembangkan lebih jauh bahkan hingga memodifikasinya dengan teknologi baru untuk pengolahan air bersih. Salah satu teknologi pengolahan air bersih yang sedang dikembangkan adalah Teknologi Membran, Teknologi ini merupakan teknologi bersih yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Teknologi membran ini dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa adanya penggunaan bahan kimia dalam pengoperasiannya. (Wenten 1999). Dalam penelitian ini dikembangkan teknologi baru pengolahan air bersih yaitu dengan teknologi membran diharapkan dengan pemanfaatan teknologi membran untuk pengolahan air bersih ini hasil yang diperoleh bisa memenuhi standart kualitas air bersih yang ditetapkan di Indonesia,sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan No.907/MENKES/SK/VII/2002. Teknologi membran ini dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa penggunaan bahan kimia dalam pengoperasiannya (I.G. Wenten, 1999).

Upaya yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk pengolahan air bersih, adalah dengan menggunakan Teknologi Membran keramik. Membran keramik merupakan membran yang mempunyai sifat yang tidak mudah mengembang dalam air dan mudah membentuk suspensi untuk melapisi membran

sebagai support (Dong dkk., 2006). **Abu batubara ini layak digunakan sebagai bahan baku** untuk pembuatan membran keramik dalam penelitian ini sehingga dapat digunakan sebagai proses pengolahan air menggunakan teknologi membran selain itu abu batubara banyak mengandung senyawa SiO_2 dan Al_2O_3 sebagai senyawa aluminosilicate yang mempunyai kekuatan mekanis yang baik untuk pembuatan membran keramik. Dari penelitian sebelumnya (Shafiquzzaman dkk., 2011) penggunaan bahan berbasis tanah liat sebagai membran keramik untuk pengolahan air dapat menurunkan kadar ion besi dalam air sampai 95% dan kadar ion arsen tergantung pada ratio Fe/As. Pada umumnya abu batubara selama ini hanya ditimbun dan merupakan limbah dari sisa pembakaran tungku yang hanya di pandang sebelah mata dan bisa mengakibatkan pencemaran lingkungan bagi kesehatan manusia. Keberadaan abu batubara ini memerlukan perhatian dan penanganan secara khusus, agar dapat dimanfaatkan sebagai produk yang mempunyai nilai tambah dan tidak mencemari lingkungan. Selama ini masyarakat pada umumnya belum menyadari bahwa abu batubara yang berupa padatan halus dan dipandang sebagai bahan berbahaya, ternyata mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Kandungan abu batubara secara total mengandung senyawa SiO_2 (48,23%), Al_2O_3 (18,40%), Ca^{2+} (4,51%) dan Fe_2O_3 (18,45%) berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan membran keramik, pemanfaatan membran keramik akan memberikan beberapa manfaat diantaranya untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang dapat mengganggu kesehatan manusia, meningkatkan nilai ekonomis abu batubara dan menggalakkan pemanfaatan sumber daya alam (SDA) di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

Tujuan Penelitian Tahun I

Tahun Pertama, adalah fokus pada **pembuatan membran Support keramik**. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Universitas Diponegoro Semarang. Tujuan yang ingin di capai adalah **mendapatkan konsentrasi bahan**

yang optimum untuk menghasilkan membran support keramik yang terbaik ditinjau dari **permeabilitas, kalsinasi, Uji tekan dan analisis SEM, XRD.**

Tujuan Penelitian Tahun ke II

Tahun ke dua, penelitian fokus pada coating membran keramik menggunakan PES (Poli Etylen Sulfon) untuk melapisi permukaan membran guna memperkuat morfologi membran dan karakterisasi membran. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang. **Tujuan yang ingin di capai** adalah mendapatkan konsentrasi larutan PES untuk menghasilkan membran komposit PES yang baik ditinjau dari **permeabilitas, derajat swelling, analisis SEM dan analisis FTIR dan kekuatan mekanis membran** hasil yang terbaik diaplikasikan untuk pengolahan air bersih dengan metode mikrofiltra.

Keutamaan Penelitian

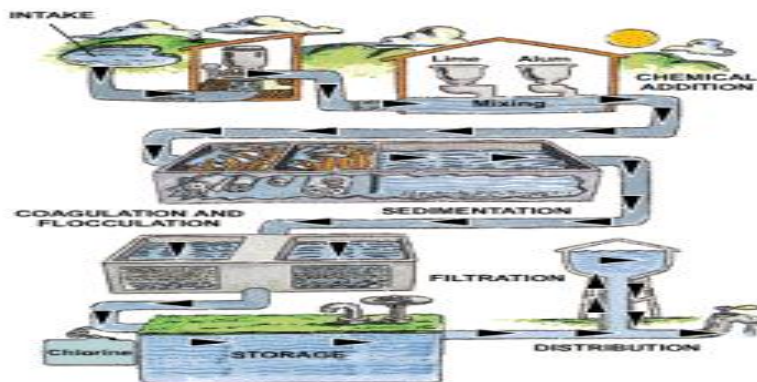
Pemanfaatan abu batubara sebagai salah satu material penyusun *support layer* dalam pembuatan membran keramik untuk pengolahan air bersih. Abu batubara merupakan hasil samping dari pembakaran batu bara yang keberadaannya telah ditetapkan sebagai bahan berbahaya. Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis yang bersifat selektif (semipermeabel) sebagai pembatas antara dua fasa dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada kedua fasa tersebut. Jika suatu larutan umpan melewati sebuah membran, maka ada komponen dalam umpan yang tertahan oleh membran (*retentate*) dan komponen yang melewati membran (*permeate*). Meningkatnya aplikasi membran di berbagai industri tidak terlepas dari keunggulan yang dimiliki oleh membran. Keunggulan utama teknologi membran dibandingkan dengan teknologi pemisahan secara konvensional, yaitu bekerja dengan prinsip *sieving mechanism* (mekanisme pengayaan) atau *solution diffusion* (melarut-mendifusi). Artinya pemisahan dengan membran tidak membutuhkan bahan kimia aditif, dapat beroperasi secara isothermal pada suhu kamar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi permasalahan adanya krisis air bersih yang di hadapi masyarakat Kota Semarang dan

Menghasilkan air bersih di kota Semarang dengan kualitas lebih baik yaitu tidak hanya air yang baku melainkan juga air bersih yang sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002. **Hal lain yang di harapkan dari penelitian ini menghasilkan teknologi tepat guna bagi masyarakat kota Semarang berupa alat pengolah air bersih dengan teknologi membran dengan tujuan untuk meningkatkan pola hidup sehat masyarakat melalui pengolahan air bersih.**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air bersih (*sanitation water*) adalah air yang dapat dipergunakan untuk berbagai keperluan pada sektor rumah tangga seperti untuk mandi, mencuci dan kakus. Persyaratan air bersih antara lain adalah jernih, tidak bewarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikro organisme (Hafni, 2012). Kebutuhan akan pentingnya air bersih pada saat ini sangatlah penting untuk kehidupan manusia pada umumnya, baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari ataupun untuk keperluan lainnya. Tetapi yang menjadi permasalahan sekarang adalah ketidak seimbangannya antara produksi air bersih dengan kebutuhan masyarakat. Dengan adanya kebutuhan air yang semakin meningkat tetapi tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat untuk melestarikan air, sehingga banyak mata air yang tercemar oleh perbuatan masyarakat sendiri. Air bersih bisa diperoleh dari air sungai, air permukaan, mata air dan air tanah (Kertawijaya, 1993).



Gambar1. Sitem Pengolahan Air Bersih (Y.Maria, 2012)

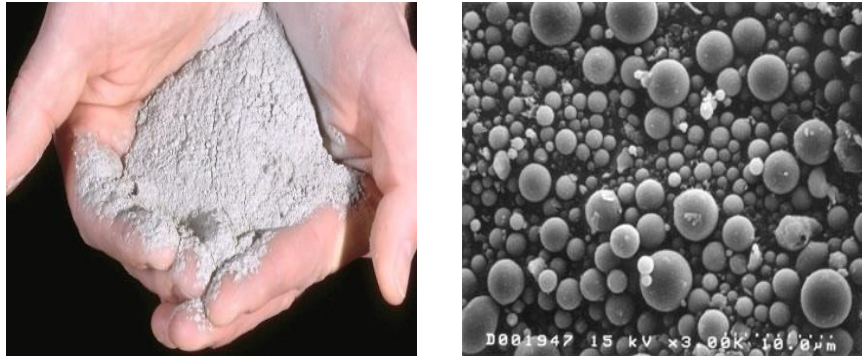
Proses pengolahan air bersih di Semarang pada umumnya diambil dari air sungai dengan proses pengendapan awal atau disebut prasedimentasi awal kemudian dialirkan secara gravitasi menggunakan pompa untuk di ubah menjadi air baku. Setelah menjadi air baku kemudian masuk ke bak penampung (Colector Tank), selanjutnya dilakukan proses koagulasi untuk mengikat kotoran dengan

menambahkan bahan kimia/koagulan yaitu PAC (Poly Aluminium Chloride). Setelah itu dilakukan proses penyaringan floc dengan cara filtrasi, Sebelum air masuk ke bak penampung (Recervoir) terlebih dahulu dialiri gas chlor untuk desinfectan atau proses desinfeksi kemudian air didistribusi ke masyarakat (PDAM, 2008). Sungai di Semarang merupakan sumber air baku untuk air bersih bagi masyarakat kota Semarang. Air bersih sangat penting dalam kehidupan manusia, karena merupakan kebutuhan pokok bagi kelangsungan hidup manusia pada umumnya. Produsen air bersih yang ada di kota Semarang saat ini, PDAM hanya mampu menghasilkan air bersih salah satunya disebabkan oleh air baku PDAM yang berasal dari Kali Garang telah tercemar limbah dari kawasan industri Simongan. Sehingga penurunan kualitas air Kali Garang berpengaruh pada kualitas air PDAM kota Semarang sehingga dapat mengancam konsumen dalam proses pengolahan air baku menjadi air bersih, diperlukan pengolahan yang memenuhi standar kualitas yang ada, agar produk yang dihasilkan berkualitas tinggi dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Pengolahan air minum yang sudah diterapkan di Indonesia berupa pengolahan konvensional yang terdiri dari koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Akan tetapi pengolahan konvensional ini memiliki keterbatasan seperti membutuhkan luas lahan besar, operasional dan perawatan yang rumit hingga kualitas air yang masih dibawah standar.

2.2 Abu Batubara

Abu batubara merupakan limbah padat hasil samping dari industri PLTU termasuk dalam golongan limbah berbahaya dan beracun. Abu batubara terbentuk dari hasil samping dari pembakaran batubara pada suhu 1200 – 1700°C, komponen utama dari abu batubara adalah silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), iron oxides (Fe_2O_3) dan karbon dengan jumlah bervariasi (Blissett dan Rowson, 2012). Abu batubara dikenal sebagai senyawa *pozzolan*, senyawa *pozzolan* adalah senyawa yang mengandung silica dan alumina aktif, abu batubara memiliki permukaan yang hidrofilik dan sangat porous. Ukuran dari suatu partikel abu batubara sangat menentukan kereaktifan dari abu batubara tersebut semakin kecil

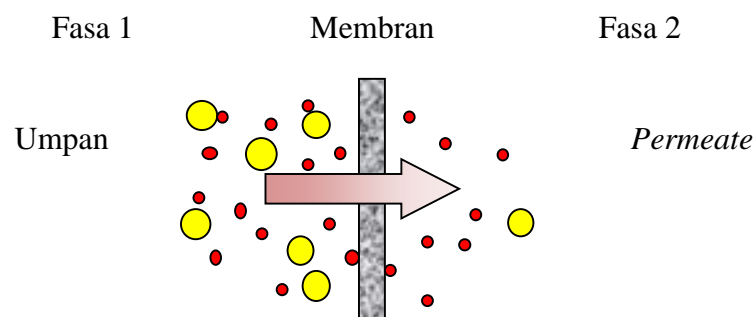
ukurannya menjadi semakin reaktif, maka luas permukaannya akan semakin besar sehingga akan semakin banyak partikel yang akan bereaksi dengan molekul hidroksida.



Gambar 2.1 Abu batubara

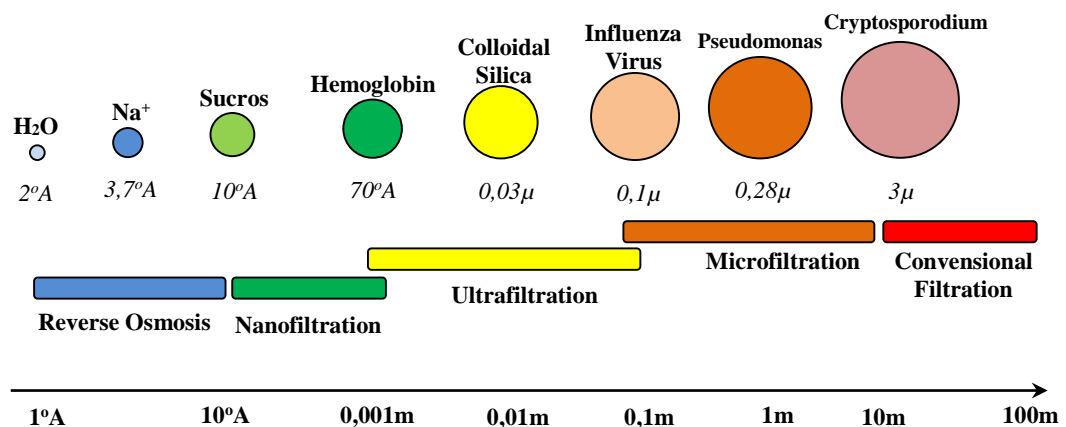
2.2 Membran

Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis yang bersifat selektif (semipermeabel) sebagai pembatas antara dua fasa dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada kedua fasa tersebut. Jika suatu larutan umpan melewati sebuah membran, maka ada komponen dalam umpan yang tertahan oleh membran (*retentate*) dan komponen yang melewati membran (*permeate*). Membran merupakan lapisan tipis di antara dua fasa yang bersifat selektif (*semi-permeable*) dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada dua kompartemen yang berdekatan tersebut (Susanto, 2011), proses kerja suatu sistem membran bisa diperhatikan pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 Skema sistem dua fasa yang dipisahkan oleh membran (Mulder, 1996)

Dari gambar 2.2 dapat kita lihat terjadinya driving force dari proses pemisahan dengan menggunakan membran bisa bermacam-macam. Salah satu driving force dalam proses pemisahan dengan menggunakan membran adalah gaya dorong tekanan (pressure driven membrane processes). Proses membran dengan gaya dorong tekanan ini dibedakan menjadi beberapa jenis proses berdasarkan ukuran porinya yang bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Distribusi ukuran pori membran gaya dorong tekanan (Susanto, 2011)

2.3. Membran Keramik

Pada umumnya membran keramik dibuat dari oksida logam seperti Al₂O₃, SiO₃, ZrO₂, TiO₂ dan material lainnya. Membran keramik mempunyai kelebihan pada stabilitas termalnya yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba. Sifat-sifat menunjukkan keunggulan bila dibandingkan dengan membran yang terbuat dari senyawa polimer, dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent. Ketahanan terhadap zat kimia menyebabkan membran keramik banyak digunakan pada prosesing makanan, produk bioteknologi dan farmasi. Membran keramik mempunyai struktur komposit yang dapat meningkatkan permeabilitas membran dengan ukuran pori kecil dengan menurunkan overall hydraulic resistance. Kinerja membran untuk proses pemisahan biasanya dinyatakan dengan fluks permeat (permeabilitas) dan faktor pemisahan (selektifitas). Kualitas pemisahan akan semakin meningkat

dengan meningkatnya selektifitas. Di sisi lain peningkatan selektifitas umumnya berbanding terbalik dengan fluks, sehingga diperlukan suatu optimasi (Keane dkk., 2007). Untuk mencapai selektifitas yang tinggi, polimer membran harus mempunyai interaksi yang lebih dengan salah satu komponen pada umpan.

2.4. Membran Komposit

Membran komposit adalah membran yang bisa menggabungkan dua atau lebih material dengan karakteristik yang berbeda untuk mendapatkan kinerja yang optimal. Secara umum pembuatan membran komposit meliputi : (i) pembuatan membran berpori untuk lapisan penyokong yang biasanya dibuat dengan teknik inversi fasa dan (ii) deposisi lapisan selektif di atas permukaan lapisan penyokong (Mulder, 1996).



Gambar 2.4. Skema struktur membran komposit (Susanto dan Ulbricht, 2009)

2.5. Membran Pervaporasi

Perkembangan teknologi membran saat ini sangat pesat dan banyak digunakan dalam proses pemisahan. Kinerja membran untuk proses pemisahan biasanya dinyatakan dengan fluks permeat (permeabilitas) dan faktor pemisahan (selektifitas). Kualitas pemisahan akan semakin meningkat dengan meningkatnya selektifitas. Di sisi lain peningkatan selektifitas umumnya berbanding terbalik dengan fluks, sehingga diperlukan suatu optimasi (Keane dkk., 2007). Untuk mencapai selektifitas yang tinggi, polimer membran harus mempunyai interaksi yang lebih dengan salah satu komponen pada umpan. Polimer hidrofilik digunakan sebagai lapisan selektif dalam proses dehidrasi cairan organik , merupakan contoh polimer yang telah banyak digunakan sebagai lapisan selektif hidrofilik (Feng dan Huang, 2007). Sebagai lapisan penyokong, PES dan PAN sering digunakan karena kekuatan mekanik, stabilitas kimia dan thermal yang dimiliki (Susanto dan Ulbricht, 2009).

2.6. Support Layer

Support layer tersusun atas dua komponen utama yaitu bahan baku utama dan bahan aditif. Bahan baku utama untuk pembuatan support layer terdiri dari mineral-mineral alam seperti alumina dan *kaolin clay*. **Abu batubara** yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan (Blissett dan Rowson, 2012). Pada intinya abu batubara mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan carbon. Ukuran dari suatu partikel abu batubara sangat menentukan kereaktifan dari abu batubara untuk porositas membran tersebut (Kounamo, 2013). Support layer pada membran sangat dipengaruhi oleh adanya porositas dan distribusi ukuran pori membran. Membran Support abu batubara dapat ditingkatkan kualitasnya dengan memodifikasi menjadi membran komposit dengan cara mengcoating larutan PES pada membran support mikro Filtrasi. Support layer tersusun atas dua komponen utama yaitu bahan baku utama dan bahan aditif. bahan baku utama juga bisa melibatkan mineral-mineral lain yang mengandung alumina maupun silica seperti abu batubara. Bahan aditif yang ditambahkan pada pembuatan support layer harus memiliki persentase maksimal 18%. Bahan aditif ini memiliki fungsi antara lain sebagai binder, plasticizer, antifoaming agent, dispersants dan lubricant. Fungsi penting dari binder adalah untuk meningkatkan kekuatan dari keramik hasil pencetakan, sebelum mengalami perlakuan panas, atau bisa di sebut green body. Beberapa contoh dari binder yaitu sodium silicate atau bisa disebut water glass, dengan rumus molekul Na_2SiO_3 , Sodium carboxymethyl cellulose. Sodium carboxymethyl cellulose adalah “anionic binder” yang dapat meningkatkan viskositas dan dapat mengontrol filtrasi.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian pada tahun pertama ini adalah :

Tujuan Penelitian Tahun I

Tahun Pertama, adalah fokus pada **pembuatan membran Support keramik**. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Universitas Diponegoro Semarang. Tujuan yang ingin di capai adalah **mendapatkan konsentrasi bahan yang optimum** untuk menghasilkan membran support keramik yang terbaik ditinjau dari **permeabilitas, kalsinasi, Uji tekan dan analisis SEM, XRD**.

B. MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan solusi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh pencemaran limbah abu batubara.
2. Meningkatkan nilai ekonomis limbah abu batubara menjadi membran support layer yang memiliki nilai jual tinggi.
3. Menghasilkan membran support layer sebagai upaya pengolahan air bersih , untuk membantu masyarakat mengatasi krisis air bersih.

Keutamaan Penelitian

Pemanfaatan abu batubara sebagai salah satu material penyusun *support layer* dalam pembuatan membran keramik untuk pengolahan air bersih. Abu batubara merupakan hasil samping dari pembakaran batu bara yang keberadaannya telah ditetapkan sebagai bahan berbahaya. Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis yang bersifat selektif (semipermeabel) sebagai pembatas antara dua fasa dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada kedua fasa tersebut. Jika suatu larutan umpan melewati sebuah membran, maka ada komponen dalam umpan yang tertahan oleh membran (*retentate*) dan komponen yang melewati membran (*permeate*). Meningkatnya aplikasi membran di berbagai industri tidak terlepas dari keunggulan yang dimiliki oleh membran. Keunggulan

utama teknologi membran dibandingkan dengan teknologi pemisahan secara konvensional, yaitu bekerja dengan prinsip *sieving mechanism* (mekanisme pengayaan) atau *solution diffusion* (melarut-mendifusi). Artinya pemisahan dengan membran tidak membutuhkan bahan kimia aditif, dapat beroperasi secara isothermal pada suhu kamar. Hasil penelitian ini di harapkan dapat memberikan solusi permasalahan adanya krisis air bersih yang di hadapi masyarakat Kota Semarang dan Menghasilkan air bersih di kota Semarang dengan kualitas lebih baik yaitu tidak hanya air yang baku melainkan juga air bersih yang sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002. Hal lain yang di harapkan dari penelitian ini Menghasilkan teknologi tepat guna bagi masyarakat kota Semarang berupa alat pengolah air bersih dengan teknologi membran dengan tujuan untuk meningkatkan pola hidup sehat masyarakat melalui pengolahan air bersih.

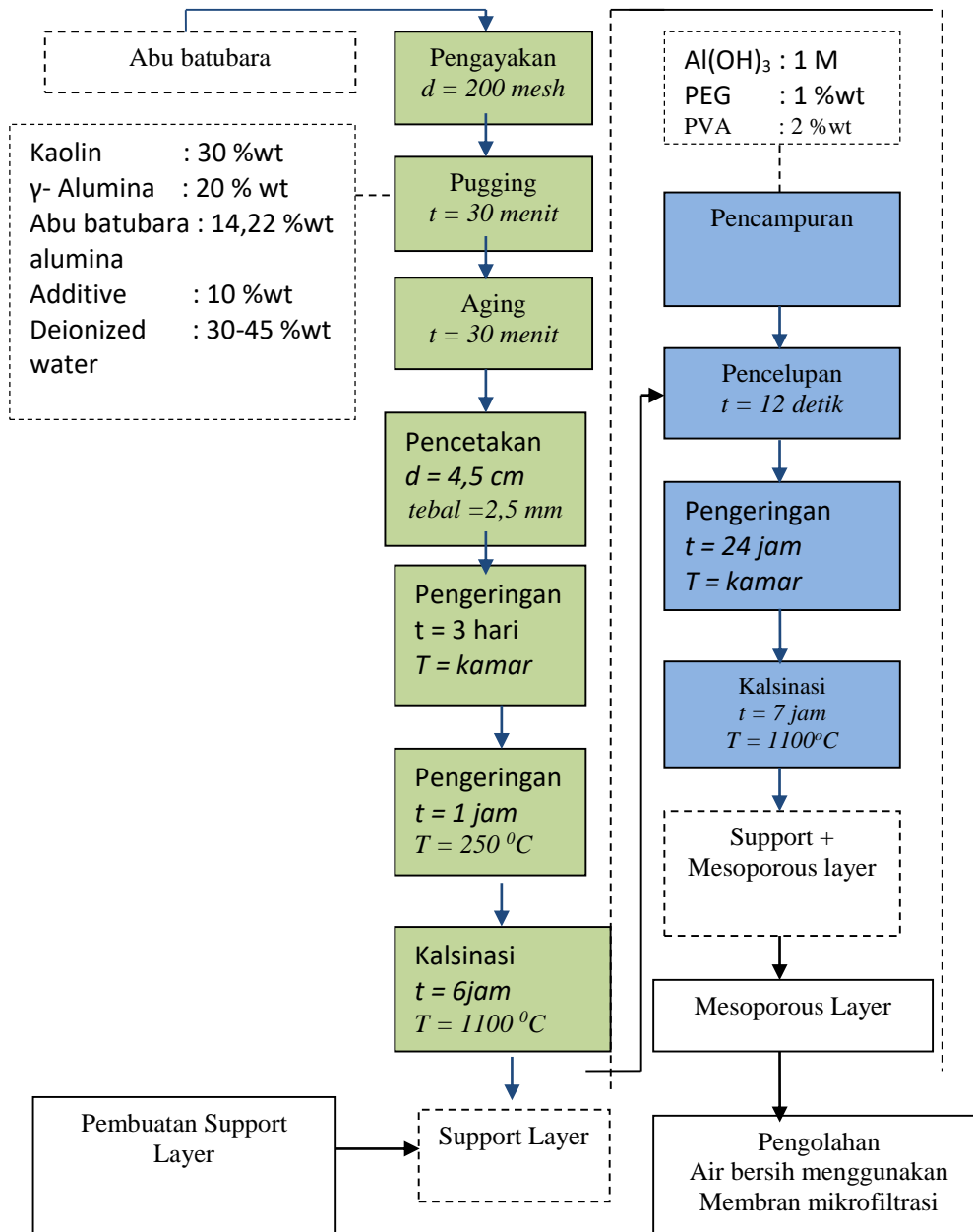
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Rancangan Percobaan

Secara umum penelitian yang diusulkan ini mencakup 4 bagian yaitu (1) Pembuatan *support layer*, (2) *Coating* larutan kitosan sebagai *active layer* ke *support layer*, (3) Karakterisasi *support layer* dan *active layer* dan (4) Aplikasi mikrofiltrasi.

- Penelitian tahun pertama yaitu
- Pembuatan *support layer* terdiri dari (1) karakterisasi abu batubara , (2) pencampuran bahan penyusun *support layer* dan zat aditif, (3) *pugging*, (4) *ageing* (5) pencetakan, dan (6) kalsinasi.
- *Coating* larutan kitosan ke *support layer* terdiri dari (1) pembuatan larutan *coating*, (2) *coating* larutan kitosan ke *support layer*, pengeringan membran komposit kitosan.
- Penelitian tahap ini dilakukan pada tahun dengan variable bebas kadar larutan kitosan dan jenis kitosan kemudian langkah selanjutnya aplikasi mikrofiltrasi membran komposit kitosan untuk pengolahan air bersih. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan tiga kali ulangan dan data yang diperoleh dilakukan analisis secara diskriptif.

Diagram Alir Penelitian :



Gbr. 4.1 Tahapan Penelitian

4.2. Bahan dan Alat

4.2.1. Alat

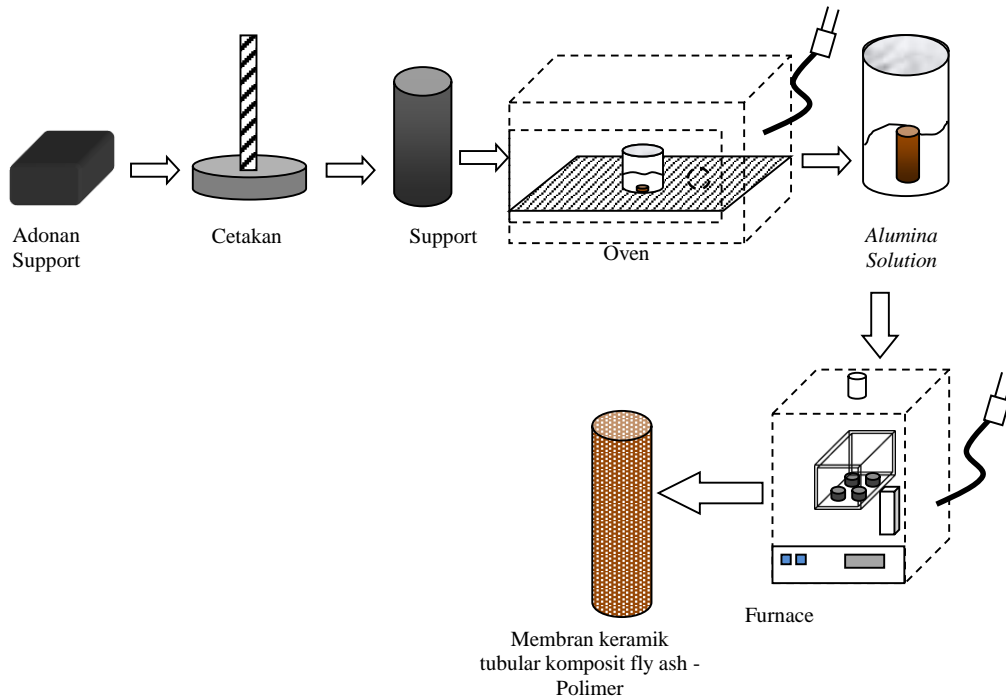
a. Alat

Alat yang akan digunakan penelitian ini meliputi plate kaca ukuran 15 cm x 25 cm, pisau casting, bak untuk perendaman, oven, neraca elektrik, dan uji permeabilitas, FTIR (*Fourier Transform Infrared*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan mikrofiltrasi.



Gambar 4.2. Alat proses penunjang penelitian

Gambar rangkaian alat



Gambar 4.2. Rangkaian alat pembuatan membran tubular komposit Fly ash – Polimer

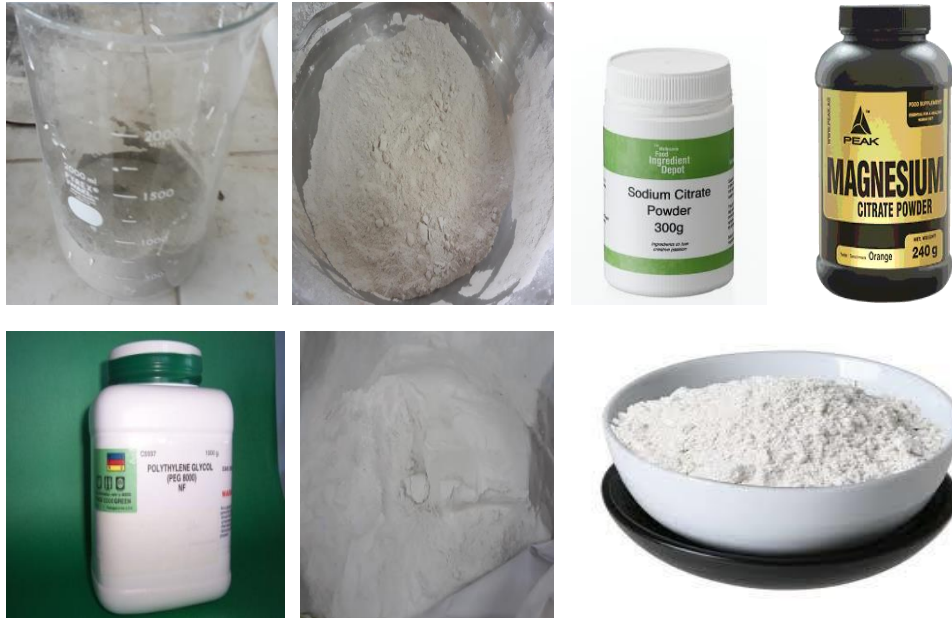
4.2.2. Bahan

Semua bahan kimia yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari pabrik. Pembuatannya tanpa pemurnian lebih lanjut. Daftar bahan penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Daftar bahan yang digunakan

Bahan/Chemical	Kemurnian	Supplier	Fungsi
Abu batubara			Bahan kerja
PES	≥ 99,5 %	Merck	Bahan kerja
N-Methyl Pyrrolidone	≥ 99,5 %	Merck	Bahan kerja
Alumina			Bahan kerja
Kaolin Clay			Bahan kerja
Carboximethyl Cellulose 1	97%	Merck	Bahan kerja
Aquadest			Bahan kerja
Sodium Citrate			Bahan analisa
Magnesium sulfat	± 95 %		Bahan analisa
PEG	99 %	Merck	Bahan analisa

Untuk gambar bahan bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.3. Bahan-bahan penelitian membran berbasis abu batubara

4.3. Variabel Penelitian

Tabel 4.2. Variabel Penelitian

No.	Penelitian ahun ke	Variabel Terikat	Variabel Bebas	Variabel Tetap
1.	Tahun Pertama: Pembuatan membran keramik PES	a. Permeabilitas air b. Analisis SEM c. Analisis FTIR	Konsentrasi larutan PES (10%; 12%; 14%; 16%; 18%; 20%%)	a. Metode proses b. Kondisi proses c. Waktu proses
2.	Tahun Ke dua: Pembuatan membran komposit	a. Permeabilitas air b. Derajat swelling air c. Derajat swelling alkohol d. Analisis SEM e. Analisis FTIR f. Uji air bersih	a. Ratio berat kitosan (0,33; 0,5; 1; 2; 3) b. Konsentrasi larutan kitosan (1%; 2%; 3%; 4%; 5%)	a. Konsentrasi larutan PES b. Lama pengeringan c. Suhu pengeringan

4.4 Tahapan Penelitian

Penelitian pada tahun pertama fokus pada pembuatan membran keramik batubara. Membran dibuat dengan metode pemisahan phase (*phase separation*) menggunakan air sebagai non solven. Untuk membuat larutan PES, sejumlah polimer PES dilarutkan dalam seratus ml solven NMP (konsentrasi larutan 10%; 12%; 14%; 16%; 18%; 20%) dan diaduk sampai benar-benar larut. Enam ml larut kemudian dicasting di atas permukaan substrat kaca ukuran 15cm x 25 cm dengan ketebalan 200 mikron. Hasil casting selanjutnya dimasukkan ke dalam bak yang berisi satu liter aquadest dan direndam selama satu jam. Membran yang dihasilkan dibilas dan direndam dalam aquadest selama 24 jam untuk menghilangkan solven yang tersisa. Selanjutnya membran dikeringkan pada suhu kamar selama 2 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Membran yang dihasilkan dilakukan uji permeabilitas air, uji SEM, uji FTIR.

Penelitian pada tahun ke dua fokus pada pembuatan membran keramik komposit dan aplikasinya untuk pengolahan air bersih dengan metode mikrofiltrasi. Untuk membuat membran keramik komposit dengan teknik *dip-coating*, permukaan aktif membran penyokong PES *dicoating* menggunakan larutan campuran kitosan dan alginate dengan perbandingan berat kitosan tertentu (0,33; 0,5; 1; 2; 3) dan konsentrasi larutan tertentu (1%; 2%; 3%; 4%; 5%). Sejumlah PES dilarutkan dalam larutan 1% asam asetat dalam air dan diaduk hingga diperoleh larutan homogen. Larutan kemudian *dicoating* pada permukaan aktif membran penyokong. Setelah itu membran dikeringkan pada suhu kamar selama 2 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven pada temperature 40°C selama 24 jam. Membran yang dihasilkan dilakukan uji permeabilitas dalam air, uji swelling dalam air, uji swelling dalam alcohol, analisis SEM; analisis FTIR dan uji aplikasi pengolahan air bersih.

4.5. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tahun pertama ini akan dilaksanakan pada Januari - september 2018 di laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang, karena adanya keterbatasan alat penunjang laboratorium di Universitas Pandanaran

4.6. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan tiga kali ulangan dan data yang diperoleh dilakukan analisis secara diskriptif.

Diagram Alir Penelitian



1. Treatment:

Menghitung kebutuhan bahan
Pembuatan *support layer*
Karakterisasi Aplikasi

1. Lokasi Penelitian

Laboratorium Terpadu MeRC
UNDIP

2. Luaran:

Support layer

3. Indikator :

Kekuatan mekanis membran
Uji *X-ray diffraction*
Uji SEM
Uji FTIR

1. Treatment :

Menghitung kebutuhan bahan
Pembuatan membran pervaporasi
Karakterisasi Aplikasi

2. Lokasi Penelitian

Laboratorium Terpadu MeRC
UNDIP

3. Luaran :

Membran Support keramik PES

4. Indikator :

Kekuatan mekanis membran
Uji *X-ray diffraction*
Uji SEM
Uji FTIR

Gambar 4.4. Diagram Alir Penelitian

4.7 Hambatan Penelitian dan cara penanggulangannya.

Hambatan yang terjadi selama melakukan kegiatan penelitian (100%) adalah, proses preparasi, karena proses ini membutuhkan ketelitian secara khusus. Yang berpengaruh pada preparasi ini adalah komposisi bahan. Dalam hal ini harus dilakukan beberapa kali trial hingga di peroleh komposisi yang pas untuk membuat campuran yang homogen, komposisi bahan pada pembuatan membran keramik ini menentukan ukuran rongga, pori dan luas permukaan pada gugus aktif membran. Komposisi juga oleh spesifikasi komposisi bahan dan kondisi operasi yang meliputi tekanan, gradien konsentrasi dan suhu operasi.

Cara penanggulangan untuk semua masalah tersebut diatas adalah dengan melakukan optimasi komposisi bahan dan suhu pembakaran untuk pembuatan membran keramik. Optimasi komposisi membran dengan memvariasikan persentasi abu batubara dan alumina, kaolin dan suhu operasi yaitu perbandingan abu batubara dan bahan campuran : 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40% dengan variasi suhu pembakaran : 900°C, 1000°C, 1100°C.

BAB V HASIL YANG DICAPAI

5.1. A. Hasil Analisa Bahan Baku

Komposisi Abu batubara : (Hasil Uji Al_2O_3 dan SiO_2)

Table 5.1 Hasil Analisa Bahan Baku

No	Kode Sample	Al_2O_3 (%)	SiO_2 (%)
1	Slurry	3.25	39.12
2	3 : T kamar	5.93	38.40
3	3 : 80° C	4.87	40.25
4	6 : T kamar	5.10	41.30
5	6 : 80°C	4.70	40.36
6	40 kh2 3 jam+ alumina	9.89	43.09
7	Gel heating + 3 jam	8.43	37.15
8	Abu batubara	8.13	47.26
9	40 kh2 6 jam + alumina	9.34	42.88
10	Larutan AAS	1.09	2.30

Dari hasil analisa bahan baku abu batubara layak digunakan sebagai bahan pembuatan membran keramik karena kandungan Al_2O_3 dan SiO_2 cukup tinggi.

5.2. Proses Kalsinasi

Proses kalsinasi ini dilakukan pada suhu 1100°C dengan tujuan untuk membuka pori membran maka diperlukan suhu tinggi. Sebelum dilakukan proses kalsinasi, dilakukan proses pengeringan pada suhu 250°C selama satu jam dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan organiknya. Untuk hasil proses kalsinasi bisa dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Kalsinasi

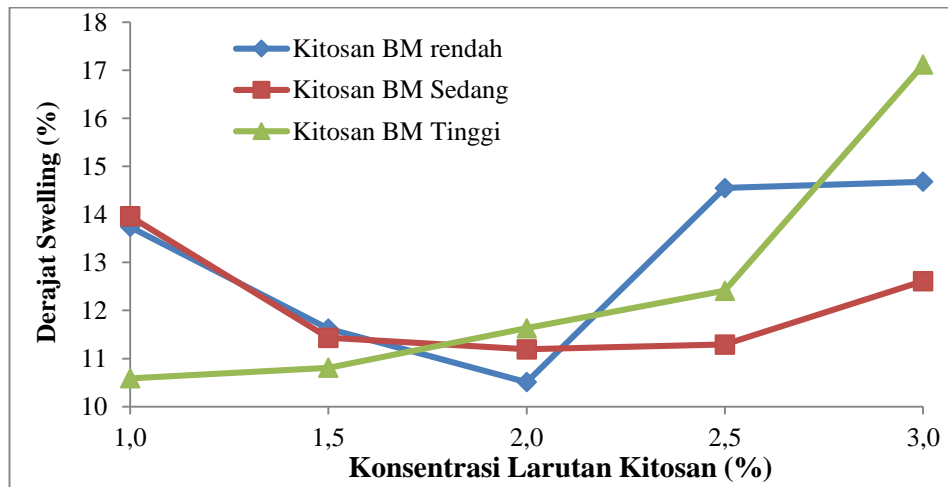
Run	Variabel			Hasil Analisa		
	Tekanan (Kg/cm2)	Komposisi (gram)	Keterangan	Konversi	% P ₁ C ₁₂₃	% C ₁ P ₁₂₃
1	30	140		60% : 40%	0,52850	0,54321
2	30	140			0,53624	0,55842
3	30	140			0,54629	0,56431
4	30	140			0,54832	0,57436
5	30	140		50% : 50%	0,66547	0,66247
6	30	140			0,66245	0,66343
7	30	140			0,66247	0,67862
8	30	140			0,67752	0,67864
9	30	140		40% : 60%	0,69653	0,69676
10					0,69437	0,69631

5.3. Uji Swelling

Uji swelling dilakukan untuk mengetahui morfologi membran dengan adanya pengaruh konsentrasi larutan. Pada penelitian ini diperoleh hasil swelling berdasarkan variabel bebas yaitu larutan kitosan 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3 % dengan waktu perendaman 1 jam menggunakan 25 aquades.

Tabel 5.3 Data hasil uji swelling :

Kitosan BM Rendah				Kitosan BM Sedang				Kitosan BM Tinggi			
W1	W2	Δ W	% Sweling	W1	W2	Δ W	% Sweling	W1	W2	Δ W	% Sweling
4,44	5,05	0,61	13,74	4,46	5,08	0,62	13,90	4,44	4,91	0,47	10,59
4,39	4,90	0,51	11,62	4,90	5,46	0,56	11,43	3,70	4,10	0,40	10,81
4,47	4,94	0,47	10,51	4,47	4,97	0,50	11,19	4,35	4,83	0,48	11,03
4,40	5,04	0,64	14,55	4,43	4,93	0,50	11,29	4,35	4,89	0,54	12,41
4,36	5,00	0,64	14,68	4,36	4,91	0,55	12,61	4,38	5,13	0,75	17,12

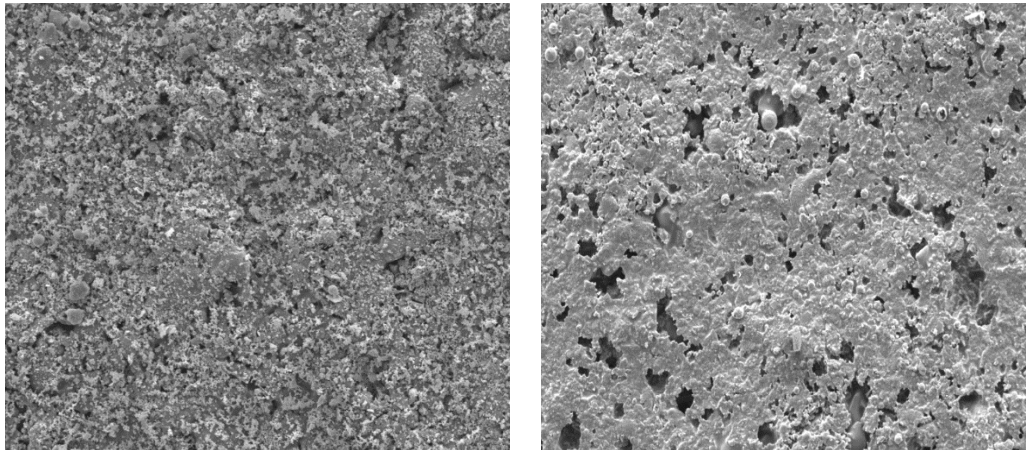


Gambar 5.1 Pengaruh konsentrasi larutan terhadap derajat Swelling

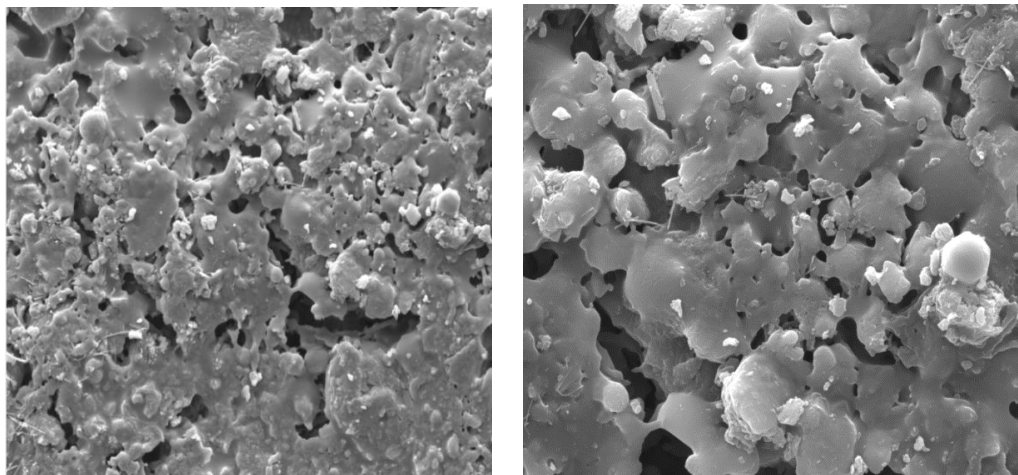
Pengaruh konsentrasi larutan terhadap derajat swelling disajikan pada Gambar 5.1 Pada penggunaan kitosan BM tinggi, kenaikan konsentrasi larutan kitosan berdampak pada kenaikan derajat swelling. Hal ini disebabkan sifat hidrofilik dari kitosan. Adanya kenaikan konsentrasi larutan kitosan menyebabkan jumlah air yang dapat terserap oleh lapisan kitosan semakin tinggi, sehingga berdampak pada kenaikan derajat swelling. Fenomena tersebut sedikit berbeda dengan penggunaan kitosan BM sedari dan BM rendah. Pada penggunaan konsentrasi kitosan antara 1 - 2 %, kenaikan konsentrasi justru akan menurunkan derajat swelling. Pada penggunaan konsentrasi kitosan antara 2 - 3 %, kenaikan konsentrasi larutan kitosan akan meningkatkan derajat swelling sama seperti pada penggunaan kitosan BM tinggi.

5.4 Uji SEM (Scanning Electron Microscopy)

Analisa atau uji SEM (Scanning Electron Microscopy) ini dilakukan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui struktur micro abu batubara sebagai penyusun material utama pada pembuatan membran komposit dan untuk mengetahui morfologi lapisan membran keramik berbasis abu batubara.



Gambar 5.2 A. Hasil Uji SEM
Surface membran berbasis abu batubara dengan Perbesaran 2500X dan 5000X

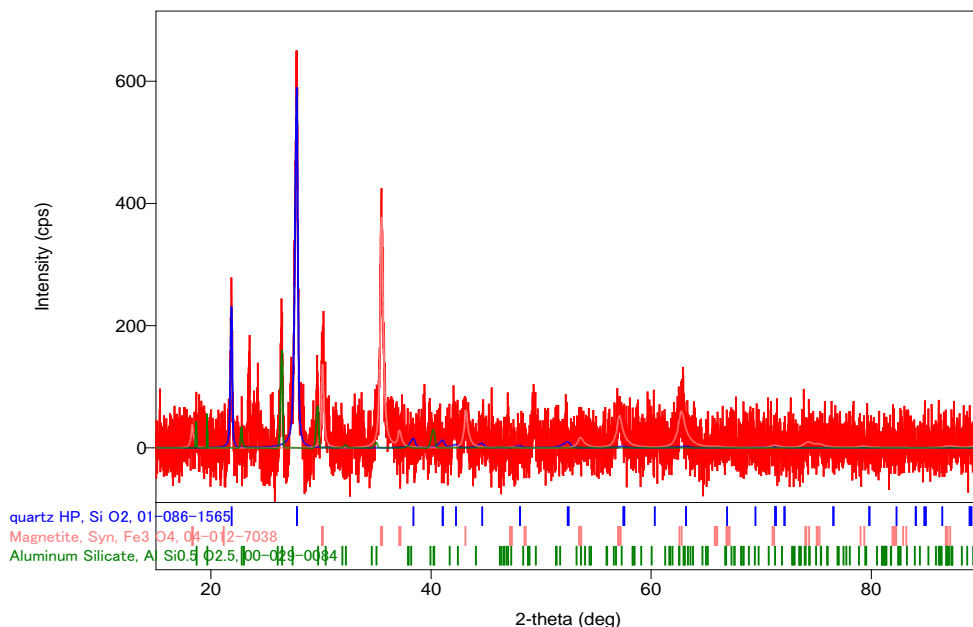


Gambar 5.2 B. Hasil Uji SEM
Cross Section membran berbasis abu batubara Perbesaran 2500X dan 5000X

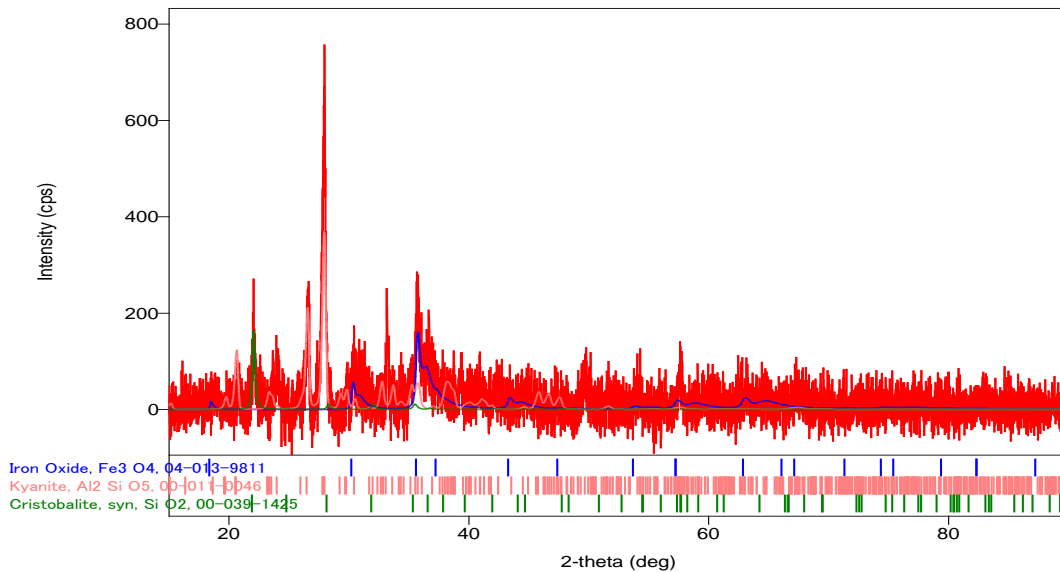
Dari hasil uji SEM yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.2 A dan 5.2 B menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan kasting maka semakin besar ukuran pori yang terbentuk pada membran. Hal ini disebabkan saat proses pembakaran pada suhu 1100°C terjadi pelepasan beberapa komponen dan dipengaruhi juga adanya tekanan kasting yang tinggi sehingga struktur 33ristal33 sebelum kalsinasi lebih rapat 33ristal3333g 33ristal33 yang dicasting pada tekanan rendah, sehingga pada saat kalsinasi pelepasan lebih sulit sehingga akan menekan 33ristal33 untuk mengembang yang mengakibatkan struktur membranyang dihasilkan menjadi lebih berongga.

5.5 Uji XRD (X-Ray Diffraction)

Uji XRD ini dilakukan untuk menganalisis struktur membran yang terbentuk, prinsip dari *X-ray diffractometer* (XRD) adalah difraksi gelombang sinar x yang mengalami *scattering* setelah bertumbukan dengan atom 33ristal dan pola difraksi yang dihasilkan merepresentasikan struktur 33ristal. Untuk hasil uji XRD dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5.A Difraktogram membran keramik berbasis abu batubara pada $Al_2(SiO_4)O$ intensitas 0,79 dan suhu pembakaran 1100°C



Gambar 5.B Difraktogram membran keramik berbasis abu batubara pada kyanite orthrombic Al_2SiO_5 intensitas 0,36 suhu pembakaran 1100°C

Pada gambar 5. A dan gambar 5. B menunjukkan perbedaan mineral utama yaitu pada 40% abu batubara adalah andalusite orthrombic $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ pada intensitas 0,79 sedangkan pada 60% abu batubara adalah kyanite orthrombic Al_2SiO_5 pada intensitas 0,36. Pada suhu pembakaran 1100°C terjadi penyusutan clay montmorilonit, hal ini ditunjukkan dengan kontribusi quart heksagonal yang muncul dan beberapa peak mineral lain yang muncul. Pada saat proses pengempaan terjadi proses kompaksi antarmuka partikel, senyawa kaolinite dari clay meningkatkan daya lekat antar partikel senyawa lainnya sehingga dapat mempermudah proses sintering. Dari hasil XRD puncak kaolinite tidak muncul dengan jelas hal ini disebabkan oleh senyawa kaolinite terdekomposisi menjadi senyawa metakaoline yang bersifat amorf atau non kristal hal ini berpengaruh pada selektifitas dan permeabilitas membran yang dihasilkan.

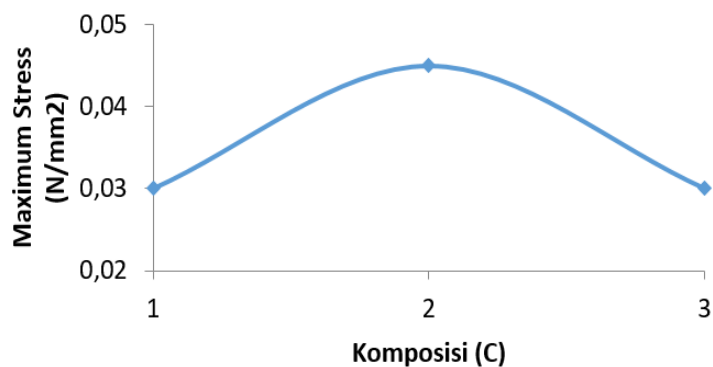
5.6 Uji Tekan (Compression Test) Membran

Uji tekan dilakukan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik support layer jika mengalami gaya tekan.

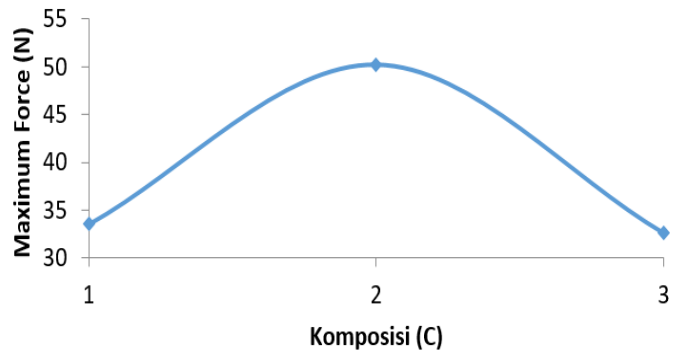
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Compression/ Uji tekan

No	Nama Sample		Hasil	
			Maximum Stress (N/mm ²)	Masimum Force (N)
1.	P 10- C1	Specimen-1	0,02	28,25
		Specimen-2	0,03	31,30
2.	P 20-C1	Specimen-1	0,01	16,35
		Specimen-2	0,03	39,39
3.	P 30-C1	Specimen-1	0,05	56,48
		Specimen-2	0,03	30,88
4.	P 20-C1	Specimen-1	0,03	32,13
		Specimen-2	0,03	34,95
5.	P 20-C2	Specimen-1	0,06	65,45
		Specimen-2	0,03	34,93
6	P 20-C3	Specimen -1	0,07	71,86
		Specimen-2	0,03	36,91

Untuk hasil uji tekan berdasarkan variabel komposisi bahan, dapat dilihat pada grafik 5.6 A dan 5.6 B.



Gambar 5. A. Grafik Maximum Stress Vs Tekanan



Gambar 5.B Grafik Maximum Stress Vs Komposisi

Dari hasil uji tekan yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh hasil maksimum force atau gaya uji maksimum bahan (membran) pada saat mengalami kerusakan atau hancur saat di tarik atau di tekan pada posisi maximum force 51 (N) dan komposisi bahan di titik 2. Sedang dari hasil maksimum stres diperoleh gaya tekan membran berdasarkan kekuatan tarik bahan persatuan luas pada tekanan 0,045 (N/mm²) dan komposisi bahan pada titik 3.

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana yang akan dilakukan pada penelitian ini untuk tahap berikutnya adalah :

1. Melakukan preparasi bahan yang sesuai dengan komposisi dan spesifikasi konsentrasi dengan pengaruh suhu pembakaran untuk pembuatan membran komposit dalam bentuk hollow.
2. Melakukan karakterisasi untuk mengetahui kekuatan mekanik membran
3. Melakukan uji SEM BM sedang dan BM tinggi dengan tujuan untuk mengetahui struktur mikro suatu material berupa morfologi lapisan membrane.
4. Melakukan uji FTIR diffraction untuk mengetahui gugus fungsional pada permukaan membran.
5. Sintesis membran komposit support abu batubara dan aplikasi pengolahan air bersih.
6. Membantu masyarakat dengan menggunakan teknologi tepat guna membran keramik berbasis abu batubara dengan sitem mikrofiltrasi untuk mengatasi krisis air bersih di Kota Semarang.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian pada capaian 100 % ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil proses kalsinasi dapat diperoleh bahwa pada tekan $P= 30$ Bar dan $T= 1100^{\circ}\text{C}$ dapat diperoleh hasil struktur membran lebih kuat tidak mudah pecah.
2. Untuk hasil uji SEM diperoleh bahwa morfologi struktur Kristal penyusun membrane abu batubara yang lebih dominan adalah gugus Al_2O_3 . Maka gugus atom AL memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan Si, sehingga semakin besar ratio AL/Si pada bahan baku sehingga dihasilkan membran dengan ukuran pori yang lebih besardalam hal ini sebagai support pada pembentukan pembuatan membran keramik.
3. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Atom Al memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan Si, sehingga semakin besar ratio AL/Si pada bahan baku sehingga dihasilkan membran dengan ukuran pori yang lebih besar
4. Hasil Uji sweling pada penelitian ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan kitosan semakin tinggi nilai swelingnya dan untuk pemakaian kitosan Jenis BM tinggi dapat berpengaruh pada kecepatan fouling membranya.

A. Saran

1. Dalam pembuatan membran support keramik ini sangat dibutuhkan kondisi bahan yang homogen, maka untuk mencapai kondisi tersebut perlu diperhatikan saat melakukan preparasi awal harus benar-benar teliti.
2. Hasil penelitian pembuatan membran support abu batubara sangat dipengaruhi proses kalsinasi dalam hal ini dibutuhkan suhu yang tinggi dengan tujuan untuk membuka pori-pori membran yang terbentuk. Maka suhu saat melakukan sintering atau pembakaran harus dijaga dan

mencapai suhu maksimal, dalam penelitian ini digunakan suhu kalsinasi 1100°C dengan waktu pembakaran selama 7 jam.

3. Untuk pembuatan larutan kitosan disarankan harus benar-benar homogen, karena semakin tinggi konsentrasi larutan dan makin besar BM kitosannya maka semakin susah tercapai homogenitas larutannya. Dalam hal ini yang berpengaruh adalah kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Auerkari, P. 2016. *Mechanical and Physical Properties of Engineering Alumina Ceramics*. Finland: Technical Research Centre
- Alaerts G, 2014. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th edition. USA*
- Arfiantinosa N. 2009. Aplikasi Membran Ultrafiltrasi Untuk Pemurnian Air. Tugas Akhir : Teknik Lingkungan ITS
- Agmalini, 2017 *Recycling of Fly Ash for Preparing Porous Mullite Membrane Supports with Titania Addition. Journal of Hazardous Material. 180: 173-180*
- Dong il. and Huang, R.Y.M. (2006). "Liquid Separation by Membrane Pervaporation : A Review". *Industrial Engineering Chemical Resources.36 : 1048-1066.*
- Fang, J., G.Qin, W.We, dan X.Zhao. 2011. *Preparation and Characterization of Tubular Supported Ceramic Microfiltration Membranes from Fly Ash* *Journal of Separation and Purification Technology. 80: 585-591*
- Fernandez, C.M., M.J.Ramos, A.Perez, dan J.F.Rodriguez. 2010. *Production of Biodiesel from Winery Waste: Extraction, Refining, and Transesterification of Grape Seed Oil. Journal of Bioresource Technology. 101: 7019-7024*
- Kaban, J. (2009). *Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan*. Universitas Sumatera Utara : Pidato Pengukuhan Guru Besar.
- Kaban, J., Bangun, H., Dawolo, A.K., Daniel. (2006). "Pembuatan Membran Kompleks Polielektrolit Alginat Kitosan". *Jurnal Sains Kimia. 10(1) : 10-16.*
- Mahardani, Nila S., Kusuma, Ferdyan H., (2010). "Pengolahan Air Baku Menjadi air Minum Dengan Teknologi Membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi ", PKMP-10-1
- Moller, H., Grelier, S., Pardon, P., and Coma, V. (2004). "Antimicrobial and Physicochemical Properties of Chitosan-HPMC-Based Films". *Journal of Agricultural and Food Chemistry.52 : 6585-6591.*
- Mulder, M. (1996). "Basic Principles of Membrane Technology.2nd ed". Kluwer Academic Publisher, London.
- Mahsunah,. (2011) , " Sistem Mikrofiltrasi Pada Pemurnian Air" *Jurnal Kimia Universitas Negeri Yogyakarta*
- Reynold, Richards. (1996) . " Unit Operations and Process in Environmental Engineering" . 2nd editon. PWS Publishing Company.
- Shao, P. and Huang, R.Y.M. (2007). "Review Polymeric Membrane Pervaporation". *Journal of Membrane Science.287 : 162-179.*

- Susanto, H. and Ulbricht, M. (2009a). "*Characteristic, Performance and Stability of Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes Prepared by Phase Separation Method Using Different Macromolecular Additives*". *Journal of Membrane Science*.327 : 124-135.
- Susanto, H. and Ulbricht, M. (2009). "*Polymeric Membranes for Molecular Separation*", Weinheim : Wiley-VCH.
- Shafiquzzaman and A. Zaid (2011). "*Pervaporation with Chitosan Membranes I. Separation of Water from Ethylene Glycol by A Chitosan/Polysulfone Composite Membrane*". *Journal of Membrane Science*.116 : 67-76.
- Wenten, IG. 1999. "*Teknologi Membran Industri*". Bandung.

LAMPIRAN 1

JUSTIFIKASI ANGGARAN PENELITIAN- PKPT

No	Jenis Pengeluaran	Biaya
		Tahun I
1.	Honor Penelitian (2 Mahasiswa)	3.000.000
2.	Peralatan penelitian	35.200.000
3.	Peralatan separasi membran	20.500.000
2.	Bahan habis pakai dan peralatan penunjang	30.950.000
3.	Perjalanan dinas	3.950.000
4.	Lain-lain : publikasi, seminar,lainnya	1.400.000
Jumlah		95.000.000

1. Peralatan Penunjang

No	Nama Alat	Kegunaan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Lama Sewa	Jumlah (Rp)
1	1 unit Mikrofiltrasi Membran	Mengolah air baku menjadi air bersih dengan teknologi membran	1	22.700.000		22.700.000
2	1 unit Membran Casting	Cetak tekan membran	1	12.500.000		12.500.000
3	1 unit separasi membran	Memisahkan 2 fasa untuk pengolahan air bersih	1	20.000.000		20.000.000
Sub Total						55.200.000

2. Bahan Habis Pakai

No	Nama Bahan	Jumlah (gram)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Abu Batubara	750	600.00	450.000
2	Alumina (Al ₂ O ₃)	550	1.500.00	825.000
3	Kaolin Clay	2000	600.00	1.200.000
4	Sodium Citrate	2200	250.00	250.000
5	Magnesium Sulfat(MgSO ₄)	750	1.450.00	1.087.500

6	Poly Ethylene Glycol	250	9.500.00	2.375.000
7	Carboximethyl Cellulose	750	2.750.00	2.062.500
Sub Total				8.300.000.00

No	Nama Alat	Kegunaan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Beli/sewa	Jumlah (Rp)
1	Pisau casting	Casting Membran	1	400.000	Beli	400.000
2	Plat besi	Tatakan	2	400.000	Beli	800.000
3	Magnetic stirrer kcl	Mengaduk	4	26.500	Beli	106.000
4	Plat kaca	Tempat Casting	20	25.000	Beli	500.000
5	Pot selai	Tempat Larutan	10	2.200	Beli	22.000
6	Pot Jelly	Tempat Larutan	25	860	Beli	21500
8	Jerigen	Tempat deioized water	1	7.500	Beli	7.500
9	Stoples	Tempat Membran	2	34.000	Beli	68.000
10	Magnetic stirrer bsr	Mengaduk	2	41.300	Beli	82.600
11	Box plastic besar	Tempat membran	2	125.000	Beli	250.000
12	Gabus, Plat Plastik	Tempat packing membran	1	352.900	Beli	352.900
Sub Total						2.650.500

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Analisa/ Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	15	450.000	6.750.000
2	Analisa XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	10	525.000	5.250.000
3	Uji Compression Test / uji Tekan membran	10	800.000	8.000.000
Sub Total				20.000.000

4. Perjalanan Dinas

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Transport Preparasi bahan (2 orang@3hari)	2	1.975.000	3.950.000
Sub Total				3.950.000

5. Lain-lain

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Seminar Hasil + Prosiding Publikasi Penggadaan Laporan Kemajuan	1	1.400.000	1.400.000
Sub Total				1.400.000
Total				95.000.000

LAMPIRAN 2



KESEPAKATAN BERSAMA
LPPM UNIVERSITAS PANDANARAN SEMARANG
DENGAN
MEMBRANE RESEARCH CENTER
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
No : 136 / - LPPM UNPAND/ V / 2017



Pada hari ini selasa tanggal Dua Puluh Lima bulan Mei tahun Dua ribu tujuh belas, yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Sri Praptono, S,Sos.MM : Ketua LPPM Universitas Pandanaran dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama LPPM Universitas Pandanaran Semarang.
2. Prof. Dr.rer.nat. Heru Susanto, ST, MM, MT : Direktur Membrane Research Center Universitas Diponegoro dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Membran Research Center UNDIP Semarang.

Berdasarkan kesepakatan antara Ketua LPPM Universitas Pandanaran dengan Direktur Membrane Research Center Universitas Diponegoro Semarang, telah disetujui untuk mengadakan kerja sama di bidang Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan ketentuan sebagai berikut :

Pasal 1
TUJUAN

Kerja sama ini bertujuan memanfaatkan dan meningkatkan kinerja Dosen di bidang penelitian Universitas Pandanaran Semarang dan Membrane Research Center Universitas Diponegoro Semarang di bidang Tri Dharma Perguruan Tinggi untuk melaksanakan pengembangan tugas lembaga/perguruan tinggi masing-masing.

Pasal 2
RUANG LINGKUP KEGIATAN

Dalam batas-batas kemampuan yang dapat dilaksanakan oleh LPPM Universitas Pandanaran Semarang dan Membrane Research Center Universitas Diponegoro Semarang , kerja sama di bidang Tri Dharma Perguruan Tinggi meliputi :

1. Kerja sama dalam hal Penelitian Dosen Antar Perguruan Tinggi Universitas Pandanaran Semarang dengan Membrane Research Center UNDIP Semarang.
2. Penyediaan Fasilitas di Laboratorium Membrane Research Center UNDIP sabagai tempat penelitian Dosen Team Pengusul Penelitian (TPP)

Pasal 3

KETENTUAN PELAKSANAAN

Sesuai dengan tujuan kerja sama sebagaimana dimaksud dalam pasal 1 maka pelaksanaan kerja sama ini akan diatur lebih lanjut oleh unit yang terkait di lingkungan LPPM UNDIP Universitas Pandanaran Semarang dan Membrane Research Center UNDIP Semarang yang akan dituangkan lebih lanjut dalam penelitian lebih lanjut.

Pasal 4

PENUTUP

1. Hal-hal yang belum diatur dalam Perjanjian kerja sama ini akan ditetapkan oleh LPPM Universitas Pandanaran Semarang dan Membrane Research Center Universitas Pandanaran Semarang.
2. Perjanjian kerja sama ini mulai berlaku sejak ditandatangani, untuk jangka waktu 2 tahun dan dapat diperpanjang, diubah atau diakhiri berdasarkan persetujuan LPPM Universitas Pandanaran Semarang dan Membrane Research Center Universitas Pandanaran Semarang.

Semarang, Mei 2017

Direktur,
Membran Research Center
Universitas Diponegoro Semarang



Prof. Dr. rer. nat. Heru Susanto, ST. MM. MT



LAMPIRAN 3



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PANDANARAN (U N P A N D) SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Banjarsari Barat No. 1 Semarang
Telepon : 08112707974, 76482711
F a x : (024) 76482711

Website : www.unpand.ac.id
E-mail : info@unpand.ac.id

**KONTRAK PENELITIAN PKPT
TAHUN ANGGARAN 2018**

**ANTARA
LPPM UNIVERSITAS PANDANARAN
DENGAN
KETUA PENELITIAN/ PENGABDIAN MASYARAKAT**

Nomor: 001/K6/KM/SP2H/PENELITIAN/2018

Pada hari ini **Senin** tanggal **Sembilan belas** bulan **Februari** tahun dua ribu delapan belas, kami yang bertandatangan dibawah ini :

- 1 Sri Praptono, S.Sos.,MM** : Ketua LPPM Universitas Pandanaran dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Pandanaran, yang berkedudukan di Jl. Banjarsari Barat No. 1 Semarang disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Eny Apriyanti, S.T.,MT** : Dosen Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Pandanaran dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2018 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian, dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal berikut:

PASAL 1

Kontrak Penelitian ini berdasarkan kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2003, tentang Keuangan Negara;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;

LAMPIRAN 4
Penunjang Penelitian









