

**SINTESIS DAN APLIKASI SILIKA DARI
ABU DAUN BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer
ex Heyne) UNTUK MENGURANGI KADAR AMMONIUM DAN
NITRAT PADA LIMBAH CAIR TAHU**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh :

AGUS PRIYANTO
NIM : 1137110007

FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

2015

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Priyanto
NIM : 113711007
Jurusan : Pendidikan Kimia

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

SINTESIS DAN APLIKASI SILIKA DARI ABU DAUN BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) UNTUK MENGURANGI KADAR AMMONIUM DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR TAHU

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.



Semarang, 01 Juni 2015
Pembuat Pernyataan,

Agus Priyanto
NIM: 113711007



KEMENTERIAN AGAMA R.I.
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. (024) 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu**
Penulis : **Agus Priyanto**
NIM : 113711007
Jurusan : Pendidikan Kimia

telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 18 Juni 2015

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,

H. Nur Khoiri, M. Ag

NIP: 19740418 200501 1 002

R. Arizal Firmansyah, M.Si

NIP: 19790819 200912 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc

NIP: 19770320 200912 1 002

Anissa Adiwena Putri, M.Sc

NIP: 19850405 201101 2 015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Wirda Udaibah, M.Si

NIP: 19850104 200912 2 003

Nur Hayati, S.Pd, M.Si

NIP: 19771125 200912 2 001

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juni 2015

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu**

Penulis : **Agus Priyanto**

NIM : 113711007

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,



Wirda Udaibah, M.Si

NIP. 19850104 200912 2 003

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juni 2015

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu**

Penulis : **Agus Priyanto**

NIM : 113711007

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II,



Nur Hayati, S.Pd, M.Si
NIP. 19771125 200912 2 001

ABSTRAK

Judul : **Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu**

Penulis : **Agus Priyanto**

NIM : 113711007

Studi tentang sintesis silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk mengurangi kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu menggunakan silika dari abu daun bambu petung. Silika yang diaplikasikan pada limbah cair tahu disintesis dari abu daun bambu petung. Abu daun bambu petung dianalisa kandungan komposisinya menggunakan *Spektroskopi X-Ray Fluoresence (XRF)*. Karakterisasi kristalinitas silika dari abu daun bambu petung menggunakan *Difraksi Sinar X (XRD)*. Pengukuran luas permukaan dan porositas silika dari abu daun bambu petung menggunakan *Surface Area and Pore Size Analyzer (SAA)* dan pengukuran kadar ammonium dan nitrat menggunakan *Spektrofotometer UV-Vis*. Hasil Analisa XRF menunjukkan kandungan silika pada abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) sebesar 58,3%. Pada difraktogram silika hasil sintesis menggunakan metode *sol-gel* menunjukkan terbentuknya puncak 2θ (theta) = 21.99, yang merupakan puncak khas untuk silika. Silika dari abu daun bambu petung dapat digunakan untuk mengurangi kadar ammonium sebesar 35,05 %. Persentase pengurangan kadar ammonium tersebut diperoleh pada massa 0.25 gram dan waktu kontak selama 30 menit. Selain itu, silika dari abu daun bambu petung mampu menyerap nitrat yang terkandung dalam limbah cair tahu, terbukti dengan terjadinya penurunan kadar nitrat sebesar 40,05 %. Penurunan kadar nitrat berlangsung ketika massa silika 0.25 gram dan waktu kontak selama 60menit. Temuan tersebut dapat dijadikan salah satu acuan untuk mengembangkan metode untuk penanggulangan limbah.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah tiada hingga penulis ucapkan teruntuk Allah SWT, Tuhan semesta alam atas semua nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu” dengan tiada halangan yang berarti.

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan pada Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.

Terselesainya penyusunan skripsi ini berkat bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Darmu'in, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.
2. R. Arizal Firmansyah, S.Pd, M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si. selaku pembimbing aspek materi yang telah memberikan bimbingan, saran dan kritik selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
4. Nur Hayati, S.Pd, M.Si. selaku pembimbing aspek metodologi yang telah memberikan banyak masukan dan pengarahan yang konstruktif selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen khususnya Pendidikan Kimia, pegawai, dan seluruh civitas akademik Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.
6. Kedua Orang tua tercinta, Bapak Warjuk, Ibu Khanifah, Kakakku Ani Rusmawati dan Ana Mariyana serta Keponakanku Epi, yang selalu memberikan curahan kasih sayang, dukungan, serta untaian doa yang tak henti dan tak terhingga.
7. Kawan-kawan asisten dan laboran Laboratorium Kimia, Anita Karunia Z, S.Si yang memberikan peluang dan pengalaman berharga untuk penulis dapat belajar berbagai hal di laboratorium.
8. Kawan-Kawan Tadris Kimia Angkatan 2011, PPL dan KKN atas dukungan, persahabatan dan pengalaman.
9. Seseorang yang telah setia menemani dan memberikan motivasi kepada penulis selama penelitian sampai penulisan skripsi.
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Amien.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 01 Juni 2015
Penulis,

Agus Priyanto
NIM: 113711007

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
BAB II : LANDASAN TEORI	5
A. Deskripsi Teori.....	5
1. Bambu.....	5
2. Bambu Petung.....	5
3. Silikon Dioksida.....	7
4. Karakteristik Limbah Cair Tahu.....	8
5. Spektroskopi <i>X-Ray Fluorescence</i>	9
6. Spektroskopi <i>X-Ray Diffraction</i>	10
7. Surface Area Analyzer.....	11
8. Spektrofotometer UV-Vis.....	13
9. Adsorpsi.....	14
B. Kajian Pustaka.....	15
C. Rumusan Hipotesis.....	16
BAB III : METODE PENELITIAN	17
A. Jenis Penelitian.....	17
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	17
D. Variabel Penelitian.....	18
E. Teknik Pengumpulan Data.....	18
F. Prosedur Penelitian.....	19
G. Teknik Analisa Data.....	22

BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA.....	25
A. Deskripsi Data.....	25
B. Analisis Data.....	37
C. Keterbatasan Penelitian.....	43
BAB V : PENUTUP.....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu, 9.
- Tabel 2.2 Daftar panjang gelombang sinar tampak dan warna-warna komplementer, 13.
- Tabel 4.1 Komposisi Kimia Abu Daun Bambu Petung, 26.
- Tabel 4.2 Hasil Analisa Luas Permukaan dan Porositas Silika, 28.
- Tabel 4.3 Hasil Uji Pendahuluan Limbah Cair Tahu, 29.
- Tabel 4.4 Kadar Ammonium Tanpa Penggunaan Silika, 31.
- Tabel 4.5 Optimasi Massa Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium, 32.
- Tabel 4.6 Optimasi Waktu Kontak Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium, 33.
- Tabel 4.7 Kadar Nitrat Tanpa Penggunaan Silika, 34.
- Tabel 4.8 Optimasi Massa Silika terhadap Penurunan Kadar Nitrat, 35.
- Tabel 4.9 Optimasi Waktu Kontak Silika terhadap Penurunan Kadar Nitrat, 36.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne), 6.
- Gambar 2.2 Penampang Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne), 7.
- Gambar 2.3 Struktur Tetrahedral Silika (SiO_2), 7.
- Gambar 2.4 Penampang *Spektroskopi X-Ray Fluoresence*, 10.
- Gambar 2.5 Penampang *Spektroskopi X-Ray Diffraction*, 11.
- Gambar 2.6 Penampang *Surface Area Analyzer*, 12.
- Gambar 2.7 Tipe Grafik Isotherm Adsorpsi berdasarkan IUPAC, 12.
- Gambar 2.8 Penampang *Spektrofotometer UV-Vis*, 14.
- Gambar 4.1 Difraktogram Serbuk Silika dan JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) Silika, 28.
- Gambar 4.2 Grafik Adsorpsi-Desorpsi Silika dan Kurva Distribusi Pori Silika, 29.
- Gambar 4.3 Kurva Penentuan Massa Silika Optimum terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu, 41.
- Gambar 4.4 Kurva Penentuan Waktu Kontak Optimum terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu, 42.

DAFTAR SINGKATAN

<i>XRF</i>	<i>: X-Ray Fluorescence</i>
<i>XRD</i>	<i>: X-Ray Diffraction</i>
<i>SAA</i>	<i>: Surface Area Analyzer</i>
<i>JCPDS</i>	<i>: Joint Committee of Powder Diffraction Standar</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan flora dan fauna dengan variasi dan jenis yang beraneka ragam. Salah satunya adalah bambu. Keberadaan tanaman bambu banyak dijumpai di berbagai tempat, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja dibudidayakan. Populasi bambu di dunia diperkirakan ada 1200-1300 jenis. Jumlah 143 jenis bambu tersebut terdapat di Indonesia, yang 60 jenisnya ada di pulau Jawa.¹ Tanaman bambu tidak terlalu banyak menuntut persyaratan untuk tumbuh. Bambu dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai kering, dari dataran rendah hingga dataran tinggi.²

Bambu memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Masyarakat menggunakan tanaman bambu biasanya pada bagian batang untuk dijadikan sebagai bahan dalam industri makanan, pembuatan kertas, bangunan, kerajinan tangan, dan bahkan obat-obatan.³ Namun, pemanfaatan bagian tanaman bambu yang lain, seperti akar, cabang dan daun masih belum maksimal. Padahal manusia sendiri bersaksi bahwa Allah SWT tidak menciptakan sesuatu dengan sia-sia, sebagaimana diterangkan dalam surat Al-Imran ayat 191.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka (Q.S Al-Imran/03:191).⁴

Ayat di atas menjelaskan tentang ciri-ciri orang yang berakal, yaitu orang yang senantiasa mengingat Allah. Mereka mau memikirkan tentang kejadian langit dan bumi beserta rahasia-rahasia dan manfaat yang terkandung di dalamnya yang menunjukkan pada ilmu yang sempurna, hikmah yang tinggi, dan kemampuan yang utuh. Orang mukmin yang mau menggunakan akal pikirannya, selalu menghadap Allah dengan doa dan *ibtihal* semacam ini. Tuhan kami, tidak sekali-kali Engkau menciptakan alam yang di atas dan yang di bumi yang kami saksikan tanpa

¹ Elizabeth Widjaja, *Identikit Jenis-Jenis Bambu di Jawa*, (Bogor: Puslibang LIPI, 2001), hlm.1.

² Sutyono, "Budidaya Bambu", <http://www.forda-mof.org/files/Budidaya-bambu-sutyono.pdf>, diakses pada tanggal 15 September 2014.

³ Hexa Apriliana Hidayah, "Bambu dengan berbagai Manfaatnya", <http://bio.uonsoed.ac.id/RepositoriFakultasBiologi/Bambu-dengan-berbagai-manfaatnya.pdf>, diakses pada tanggal 15 September 2014.

⁴ Fadhil AR Bafadal, *Al-Qur'an dan Terjemahan*, (Surabaya: Karya Agung, 2006), hlm. 96.

arti, dan Engkau tidak menciptakan semuanya dengan sia-sia. Maha suci Engkau dari segala yang tidak berarti dan sia-sia. Semua ciptaan Allah tidak sia-sia-sia semua bermanfaat bagi kehidupan manusia.⁵

Daun bambu yang jatuh ke tanah hanya dianggap sebagai sampah semata oleh masyarakat, hal itu sangat disesalkan, karena di dalam daun bambu tersebut masih terdapat senyawa yang dapat digunakan yaitu silika. Penelitian yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), mengungkapkan bahwa kandungan silika pada jenis batang bambu petung mencapai 3,51 %, jauh lebih banyak dari pada kelima jenis bambu lainnya, yaitu bambu tali 1,10 %, bambu hitam 2,93 %, bambu kuning 1,05 %, bambu andong 1,2 %, dan bambu ampel 1,01 %.⁶ Kandungan silika pada bambu terus meningkat dari akar, batang hingga daun.⁷

Silika lazim digunakan sebagai penyerap kadar air di udara sehingga memperpanjang masa simpan suatu bahan. Sifat penyerap tersebut dapat digunakan untuk mengurangi kadar ammonium dan nitrat yang terdapat pada limbah cair tahu.

Limbah cair tahu mengandung sejumlah besar karbohidrat, lemak, dan protein. Perombakan protein yang terdapat pada tahu akibat proses pemanasan menghasilkan asam amino, yang kemudian menjadi nitrogen ammonia (NH_3) dan senyawa lainnya. Jika senyawa ammonia terlarut dalam air menghasilkan senyawa ammonium. Apabila terdapat oksigen, maka senyawa NH_3 akan menghasilkan nitrit (NO_2^-) dan oksidasi lebih lanjut menghasilkan nitrat (NO_3^-).⁸

Kandungan ammonium yang diakibatkan pelarutan ammonia dalam air, dapat menyebabkan kehidupan perairan terancam, sebab ammonia bersifat toksik atau beracun. Selain itu oksidasi lebih lanjut dari ammonium ini membentuk nitrat yang memberi peluang tumbuhnya ganggang atau alga sehingga dapat menimbulkan terjadinya eutrofikasi atau pertumbuhan tanaman yang di luar kendali, serta mengganggu kesehatan manusia, karena ion nitrat bersifat toksik, dan sangat berpengaruh pada bayi dan binatang mamah biak. Dalam sistem pencernaan dari bayi dan binatang mamah baik, nitrat direduksi menjadi nitrit. Nitrit ini dapat mengikat hemoglobin dalam darah, sehingga mengurangi kemampuannya sebagai pembawa oksigen, dimana korbannya seperti terkena penyakit jantung yang disebut penyakit bayi biru (*blue baby*).⁹

⁵ Ahmad Musthafa Al-Maraghiy, Tafsir Al-Maraghiy Juz IV (Semarang: Toha Putra, 1989), hlm. 291-293.

⁶ Widya Fatriasari, Euis Hermiati, *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*, (Bogor: UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial-LIPI, 2006), hlm. 44.

⁷ T.P Ding, dkk, "Silicon Isotope Fractionation in Bamboo and Its Significance to The Biogeochemical Cycle of Silicon", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, (No. 72, Januari/2009), hlm. 1392.

⁸ Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan*, (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004), hlm. 34.

⁹ Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan...*, hlm. 35.

Kasus penyakit bayi biru, pertama kali dilaporkan di Amerika Serikat pada tahun 1945. Pada kasus tersebut diketahui bahwa faktor penyebab bayi terkena penyakit bayi biru karena selama mengandung, Ibu dari bayi tersebut, mengkonsumsi air minum yang tercemar oleh senyawa nitrat. Setelah terjadinya kasus tersebut, muncul kasus-kasus yang serupa di Amerika Serikat.¹⁰

Badan Kesehatan Dunia, WHO (World Health Organization) belum bisa memastikan berapa jumlah kasus yang terkait dengan penyakit bayi biru, namun WHO mengungkapkan bahwa penyakit bayi biru berpotensi timbul di negara-negara berkembang, karena masih minim perhatian terhadap isu-isu pencemaran terutama kaitanya dengan senyawa nitrat dan nitrit.¹¹

Mengingat dampak bahaya dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam limbah cair tahu tersebut, maka diperlukan suatu metode penanganan limbah yang tepat. Metode penanganan limbahnya adalah dengan mengurangi kadar zat-zat yang berbahaya seperti ammonia, nitrit, nitrat yang terdapat dalam limbah tersebut. Pengolahan limbah cair tahu yang sederhana dengan biaya efisien sangat dibutuhkan oleh pengerajin tahu. Solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah menggunakan silika dari abu daun bambu petung yang dapat menurunkan kadar ammonium dan nitrat dalam limbah cair tahu.

Proses pengkajian lebih lanjut mengenai pengaruh silika dari abu daun bambu petung terhadap limbah cair tahu merupakan hal mendesak yang perlu dilakukan sekarang ini. Peneliti merasa perlu mengadakan penelitian dengan judul **“SINTESIS DAN APLIKASI SILIKA DARI ABU DAUN BAMBUPETUNG (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) UNTUK MENURUNKAN KADAR AMMONIUM DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR TAHU”**.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi senyawa yang terkandung dalam abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) ?
2. Berapa persentase pengurangan kadar ammonium pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)?
3. Berapa persentase pengurangan kadar nitrat pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)?

¹⁰ Mary H. Ward, dkk, “Workgroup Report: Drinking-Water Nitrate and Health-Recent Findings and Research Needs”, *Environmental Health Perspectives*, (No.11, Vol. 113, Nopember/2005), hlm. 1607.

¹¹ World Health Organization, “Water Sanitation Health”, http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/methaemoglobin/en/, diakses 20 Juni 2015.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui komposisi senyawa yang terkandung dalam abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- b. Untuk mengetahui kadar silika yang terdapat pada abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne).
- c. Untuk mengetahui persentase pengurangan kadar ammonium pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- d. Untuk mengetahui persentase pengurangan kadar nitrat pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)

2. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

- a. Memberikan solusi dalam permasalahan penanganan limbah cair tahu.
- b. Memberikan informasi mengenai komposisi senyawa yang terkandung dalam abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- c. Memberikan informasi mengenai besarnya kadar silika pada abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- d. Memberikan informasi persentase pengurangan kadar ammonium pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- e. Memberikan informasi persentase pengurangan kadar nitrat pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne)
- f. Meningkatkan nilai tambah limbah tanaman bambu terutama daun bambu kering.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Bambu

Tanaman bambu tumbuh dengan membentuk rumpun, akan tetapi bambu dapat juga hidup secara soliter. Jenis bambu tertentu memiliki percabangan yang sangat banyak dan membentuk perdu. Ada juga bambu yang memiliki kemampuan memanjat. Bambu yang tergolong besar dan tegak berasal dari spesies *Bambusa sp.*, *Dendrocalamus spp.* dan *Gigantochloa spp.*¹

Pertumbuhan bambu pada kondisi normal lurus ke atas dan ujung batang melengkung karena menopang berat daun. Tinggi tanaman bambu berkisar antara (0,3-30) m. Batang bambu mempunyai diameter (0,25-25) cm dan ketebalan dindingnya mencapai 25 mm. Batang bambu berbentuk silinder, terdiri dari banyak ruas atau buku-buku dan berongga pada setiap ruasnya.²

Bambu memiliki pertumbuhan primer yang sangat cepat, tanpa diikuti sekunder, batangnya beruas-ruas semua sel yang terdapat pada internodia mengarah pada sumbu aksial, sedang pada nodia mengarah pada sumbu transversal, dalam internodia tidak ada elemen-elemen radial (misalnya jari-jari) kulit bagian luar terdiri atas satu lapis epidermis, sedang kulit bagian dalam terbentuk dari sklerenkim. Struktur melintang ruas ditentukan oleh ikatan pembuluh. Ikatan pembuluh berukuran kecil dan berjumlah banyak ditemukan di bagian tepi, sedangkan ikatan pembuluh besar banyak ditemukan di bagian dalam bambu. Ikatan pembuluh menurun dari pangkal ke ujung namun kerapatannya meningkat.³

2. Bambu Petung

Bambu petung dikenal dengan nama ilmiah (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne). Bambu petung seperti pada Gambar 2.1 mempunyai beberapa nama daerah antara lain awi bitung, pring petung dan pereng petong. Jenis bambu ini mempunyai rumpun yang agak sedikit rapat. Warna batang hijau kekuning-kuningan. Ukurannya lebih besar dan lebih tinggi dari jenis bambu yang lain. Tinggi batang mencapai 20 m dengan diameter batang sampai 20 cm. Ruas bambu petung cukup panjang dan tebal, panjangnya antara (40 – 60) cm dan ketebalan dindingnya (1 - 1,5) cm.⁴

¹ Kemenhut, *Mau Tahu Tentang Bambu*, (Jakarta: Kementerian Kehutanan Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Kehutanan Pusat Penyuluhan Kehutanan, 2012), hlm. 3.

² Berlian, N, E. Rahayu, *Jenis dan Prospek Bisnis Bambu*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 1995), hlm. 23.

³ W, Liese, *Preservation of Bamboo In Lessard, G & Chouinard, A (eds). Bamboo Research in Asia*, (Kanada: IDRC, 1980), hlm 192.

⁴ Kemenhut, *Mau Tahu Tentang Bambu ...*, hlm. 7.



Gambar 2.1 Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne)⁵

Bambu petung dapat ditemui di dataran rendah sampai ketinggian 2.000 di atas permukaan laut. Bambu petung akan tumbuh baik bila tanahnya cukup subur, terutama di daerah yang beriklim tidak terlalu kering. Bambu petung bersifat keras dan baik untuk bahan bangunan karena seratnya besar-besar serta ruasnya panjang. Bambu petung dapat dimanfaatkan untuk saluran air, penampung air aren yang disadap, dinding rumah yang dianyam (gedek atau bilik) dan berbagai jenis barang kerajinan. Rebung bambu petung terkenal paling enak untuk disayur di antara jenis-jenis bambu lainnya.⁶ Penampang daun bambu petung sebagaimana pada Gambar 2.2. Klasifikasi taksonomi bambu petung adalah sebagai berikut:⁷

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledonae

Ordo : Graminales

Famili : Graminae

Subfamili : Bambusoideae

Genus : *Dendrocalamus*

Spesies : *Dendrocalamus asper* (Schult.F) Backer ex Heyne

⁵ Hasil Dokumentasi Penelitian

⁶ S. Dransfield dan E. A. Widjaja (Editor), *Plant Resources of South-East Asia, No. 7: Bamboos*, (Leyden: Backhuys Publisher, 1995), hlm. 80.

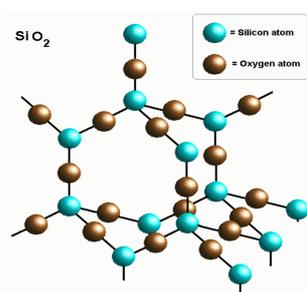
⁷ ElizaB.E.Th Widjaja, *Identikit Jenis-Jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil*, (Bogor: Puslitbang LIPI, 2001), hlm.25.



Gambar 2.2 Penampang Daun Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne)⁸

3. Silikon Dioksida

Silika merupakan senyawa antara silikon dengan oksigen. Ikatan antara silikon dan oksigen membentuk struktur tetrahedron, sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.3. Bentuk umum silika adalah *quartz* (kwarsa), yang terdapat pada sebagian besar batu-batuan sedimen alam dari batuan metaforik. Silika terdapat dalam tiga macam bentuk kristalin pada temperatur kamar antara lain : *quartz-kwarsa* (stabil hingga 870 °C), *tridmit* (stabil 870-1470) °C dan *kristobalit* (stabil 1470 -1710) °C, ketiganya tidak dapat saling terbentuk. Setiap bentuk berada dalam modifikasi temperatur rendah (α) dan temperatur tinggi (β) dengan temperatur transisi kira-kira 573 °C untuk kwarsa, (120-160) °C untuk tridmit, dan (200-275) °C untuk kristobalit. Perubahan kwarsa menjadi tridmit melibatkan perubahan ikatan-ikatan, dan oleh karena itu merupakan proses lambat, sedangkan perubahan *kwarsa* α dan *kwarsa* β melibatkan hanya sedikit distorsi bentuk tanpa pemecahan ikatan dan konsekuensinya merupakan proses yang *reversibel* (dapat balik). Silika banyak digunakan karena silika mudah ditemukan dan memiliki daya serap yang baik sehingga apabila digunakan dalam proses penurunan akan mendapatkan hasil yang baik pula.⁹



Gambar 2.3 Struktur Tetrahedral Silika (SiO_2)¹⁰

⁸ Hasil Dokumentasi Penelitian

⁹ Kristian H. Sugiyarto, *Common Textbook Kimia Anorganik I*, (Yogyakarta: UNY, 2004), hlm. 180.

¹⁰ Hasil Aplikasi ChemSketch

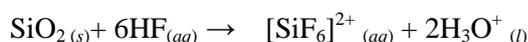
Silika adalah salah satu bahan anorganik yang memiliki kelebihan sifat yaitu memiliki kestabilan tinggi terhadap pengaruh mekanik, temperatur, dan kondisi keasaman. Silika merupakan bahan kimia yang pemanfaatannya dan aplikasinya sangat luas mulai bidang elektronik, mekanik, medis, seni hingga bidang-bidang lainnya.¹¹ Senyawa silika mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:¹²

a. Sifat fisik silika

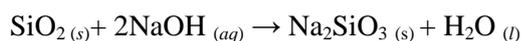
Silika mempunyai rumus molekul SiO_2 dan berwarna putih. Titik leleh silika adalah $1610\text{ }^\circ\text{C}$, sedangkan titik didihnya $2320\text{ }^\circ\text{C}$. Silika tidak larut dalam air dingin, air panas maupun alkohol tetapi dapat larut dalam HF.

b. Sifat kimia silika

- 1) Silika bersifat stabil terhadap hidrogen kecuali fluorin dan juga inert terhadap semua asam kecuali HF, dengan HF bereaksi menurut persamaan reaksi :



- 2) Basa pekat misalnya NaOH dalam kondisi panas secara perlahan dapat mengubah silika menjadi silikat yang larut dalam air. Reaksi:



4. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Limbah industri tahu tempe ada dua hal perlu diperhatikan yakni karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Karakteristik limbah cair tahu secara rinci disajikan pada Tabel 2.1.

Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemanasan kedelai. Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu $80\text{ }^\circ\text{C}$ sampai $100\text{ }^\circ\text{C}$. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan.

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak yang jumlahnya paling besar yakni mencapai 40% - 60% protein, 25 - 50% karbohidrat, dan 10% lemak.¹³

Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah adalah oksigen (O_2), Hidrogen sulfida (H_2S), Amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2) dan metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari *dekomposisi* bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. Air limbah industri tahu

¹¹ M. N. Islam dan F. N. Ani, "Techno-Economics Of Rice Husk Pyrolysis Conversion With Catalytic Treatment To Produce Liquid Fuel", *Bioresource Technology*, (No.73, Mei/2000), hlm. 70.

¹² Kristian H. Sugiyarto, *Common Textbook Kimia Anorganik...*, hlm. 181

¹³ Sugiharto, *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, (Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, 1994), hlm 23.

sifatnya cenderung asam dengan pH 4-5. Keadaan asam ini menyebabkan mudah terlepasnya zat-zat yang mudah menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair tahu mengeluarkan bau busuk.¹⁴

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu¹⁵

No	Karakteristik Fisik dan Kimia Limbah Tahu	Nilai
1	Padatan Terendap	170-190 mg/L
2	Padatan Tersuspensi	638-660 mg/L
3	Padatan Total	668-703 mg/L
4	Warna	2225-250 pt Co
5	Kekeruhan	524-585 FTU
6	Amoniak-Nitrogen	23,3-23,5 mg/L
7	Nitrit-Nitrogen	0,1-0,5 mg/L
8	Nitrat-Nitrogen	3,5-4,0 mg/L
9	pH	4-5
10	BOD	6000-8000 mg/L
11	COD	7500-14000 mg/L
12	Abu	0,19 %
13	Protein	0,08 %
14	Karbohidrat	0,15 %
15	Pati	0,46 %

5. Spektroskopi X-Ray Fluorescence (XRF)

X-Ray Fluorescence merupakan satu dari banyak metode analisa kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi banyaknya unsur yang ada pada suatu sampel maupun analisa oksida. XRF menunjukkan hasil yang baik pula pada analisa semi kuantitatif dan kuantitatif. Keuntungan yang lain dari penggunaan XRF ini adalah tidak merusak sampel, walaupun banyak elemen-elemen yang berbeda pada teknik analisisnya.¹⁶

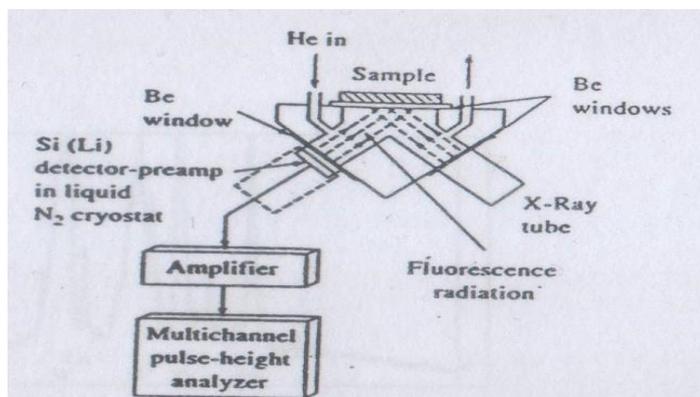
Analisa menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan sinar x karakteristik yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Sinar x fluoresensi yang dipancarkan oleh sampel dihasilkan dari penyinaran sampel dengan sinar x primer dari tabung sinar x (X-Ray Tube), yang dibangkitkan dengan energi listrik dari sumber tegangan sebesar 1200 volt. Radiasi dari tabung sinar x mengenai suatu bahan maka elektron dalam bahan tersebut akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih rendah, sambil memancarkan sinar x karakteristik. Sinar x karakteristik ini ditangkap oleh detektor diubah ke dalam sinyal tegangan (voltage), diperkuat oleh preamp dan dimasukkan ke analizer untuk diolah datanya. Energi maksimum sinar x primer (keV) tergantung pada tegangan listrik (kVolt) dan kuat arus (μ Ampere). Fluoresensi sinar x

¹⁴ BPPT, *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*, <http://www.enviro.bppt.go.id/-Kel-1/> (tgl. 2 Desember 2013)

¹⁵ Nurhasan dan Bb Pramudya, *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu*, (Semarang: Yayasan Bina Karta Lestari, 1991), hlm. 16.

¹⁶ Douglas A. Skoog dkk, *Principles of Instrumental Analysis*, 5th Edition, (USA: Harcourt Brace Colledge, 1994), hlm. 288

tersebut dideteksi oleh detektor Silikon Lithium (SiLi).¹⁷ Metode XRF digunakan untuk menentukan komposisi senyawa yang terdapat pada abu daun bambu petung. Skema alat *Spektroskopi X-Ray Fluorescence* digambarkan seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penampang Spektroskopi X-Ray Fluorescence¹⁸

6. Spektroskopi X-Ray Diffraction (XRD)

Sinar x ditemukan pertama kalinya oleh Wilhem Conatd Rontgen pada tahun 1895, di Universitas Wurtzburg, Jerman. *Sinar x* merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,5 -2,5 Å yang mendekati nilai jarak antar atom kristal. *Sinar x* mempunyai panjang gelombang yang jauh lebih pendek dari pada sinar tampak.¹⁹

Difraktometer *sinar x* merupakan alat yang dapat digunakan untuk penentuan struktur kristal dan analisis fasa pada senyawa atau paduan di dalam suatu bahan, tegangan sisa, tekstur dan *small angle X-Ray* (SAX). Analisa didasarkan pada pola difraksi dari paduan atau senyawa yang dihasilkan oleh proses difraksi. Ukuran panjang gelombang *sinar x* harus tidak berbeda jauh dengan jarak antar atom kristal, sehingga pola berulang dari kisi kristal akan berfungsi seolah-olah seperti kisi difraksi untuk panjang gelombang *sinar x*.²⁰

Prinsip kerja XRD adalah jika seberkas *sinar x* di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan *sinar x* yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai puncak difraksi. Semakin banyak bidang kristal yang terdapat pada sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya.²¹ Gambar 2.5 menunjukkan komponen dasar dari Alat XRD yang terdiri dari kolimator, monokolimator dan detektor.

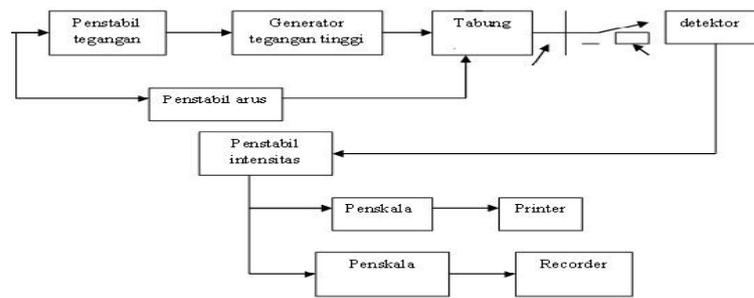
¹⁷ Agus Jamaludin dan Darma Adiantoro, *Analisis Kerusakan X-Ray Fluorescence (XRF)*, (Yogyakarta: Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN, 2012), hlm. 21.

¹⁸ Douglas A.Skoog, dkk, *Principles of Instrumental Analysis...*, hlm. 289.

¹⁹ B.D Cullity, *Elements Of X-Ray Diffraction*, (USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1956), hlm. 1.

²⁰ Van L H Vlack, *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Nonlogam)*, Edisi ke-5, (Jakarta: Erlangga, 1995), hlm. 56.

²¹ S.B Aji, *Spektroskopi Difraksi Sinar-X (X-Ray Diffraction/XRD)*, Diktat Kimia Fisika (Surakarta: UNS, 2009), hlm. 46.



Gambar 2.5 Penampang Spektroskopi X-Ray Diffraction²²

Sinar x dihasilkan dari tabung hampa yang di dalamnya terdapat katoda dan logam anoda sebagai target. Kolimator cahaya *sinar x* diperoleh dengan menggunakan pelat-pelat logam paralel dengan diameter < 0,5 mm. Kenaikan resolusi dapat dilakukan dengan mengurangi jarak pemisah antara pelat-pelat logam. Monokromator digunakan agar *sinar x* yang dihasilkan bersifat monokromatis (λ tunggal). Detektor yang digunakan adalah detektor semikonduktor. Ketika foton *sinar x* menumbuk detektor, pasangan hole-elektron mengalami *deformasi*. Elektron kemudian mengumpul di elektroda dan menghasilkan pulsa listrik yang sebanding dengan energi *sinar x*. Banyaknya pulsa listrik menyatakan besarnya intensitas radiasi.²³

Hasil yang didapatkan dari difraksi *sinar x* adalah berupa puncak-puncak intensitas dan bentuk puncak difraksi dengan sudut hamburan (2θ). Tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Data yang diperoleh dicocokkan dengan data pola difraksi *sinar x* standar JCPDS (*Joint Commite of Powder Diffraction Standar*) atau hasil penelitian lain, sehingga senyawa yang terdapat dalam sampel dapat diidentifikasi. Metode difraksi *sinar x* digunakan untuk mengetahui kristalinitas dari silika abu daun bambu petung.

7. Surface Area Analyzer (SAA)

Surface Area Analyzer (SAA) merupakan salah satu alat utama dalam karakterisasi material yang memerlukan sampel dalam jumlah yang kecil. Alat ini berfungsi untuk menentukan luas permukaan material, distribusi pori dari material dan adsorpsi isoterms suatu gas pada suatu bahan.

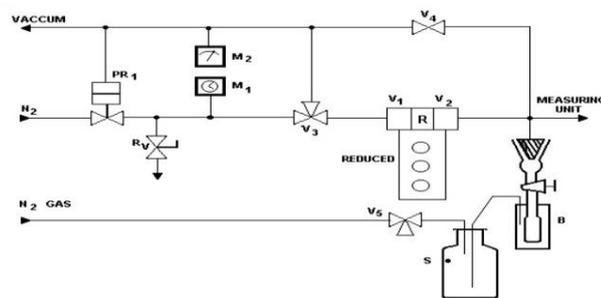
Luas permukaan merupakan luasan yang ditempati satu molekul adsorbat atau zat terlarut yang merupakan fungsi langsung dari luas permukaan sampel. Luas permukaan merupakan jumlah pori di setiap satuan luas dari sampel dan luas permukaan spesifiknya merupakan luas permukaan per gram. Luas permukaan dipengaruhi oleh ukuran partikel/pori, bentuk pori dan susunan pori dalam partikel.²⁴

²² B.D Cullity, *Elements Of X-Ray Diffraction...*, hlm. 20.

²³ B.D Cullity, *Elements Of X-Ray Diffraction...*, hlm. 22.

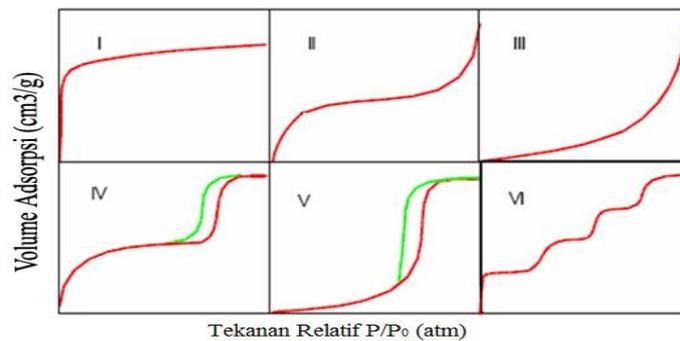
²⁴ J, Martin. A. Swarbrik, dab Cammarata, A, *Farmasi Fisik Dasar-Dasar Farmasi Fisik dalam Ilmu Farmasi*, (Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, 1993), hlm. 31.

Secara garis besar alat *Surface Area Analyzer* bekerja berdasarkan metode B.E.T (*Brunauer-Emmett-Teller*) yaitu adsorpsi dan desorpsi isothermis gas nitrogen (N_2) oleh sampel padatan pada kondisi temperatur nitrogen cair sebagai lapisan tunggal (*monolayer*). Prinsip kerjanya menggunakan mekanisme *adsorpsi gas*, umumnya nitrogen, argon dan helium, pada permukaan suatu bahan padat yang akan dikarakterisasi pada suhu konstan biasanya suhu dididih dari gas tersebut. Alat tersebut mengukur jumlah gas yang dapat diserap oleh suatu permukaan padatan pada tekanan dan suhu tertentu. Secara sederhana, jika kita mengetahui berapa volume gas spesifik yang dapat diserap oleh suatu permukaan padatan pada suhu dan tekanan tertentu dan kita mengetahui secara teoritis luas permukaan dari satu molekul gas yang diserap, maka luas permukaan total padatan tersebut dapat dihitung.²⁵ Skema alat SAA digambarkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penampang Surface Area Analyzer (SAA)²⁶

Menurut IUPAC, grafik isotherm adsorpsi diklasifikasikan menjadi enam tipe (I–VI) dan disajikan pada Gambar 2.7. Tipe I khas untuk padatan mikropori. Tipe II padatan non pori. Tipe III untuk uap. Tipe IV untuk padatan mesopori. Tipe V untuk uap pada tekanan yang tinggi. Sedangkan Tipe VI untuk adsorpsi nitrogen pada karbon tertentu.



Gambar 2.7 Tipe Grafik Isotherm Adsorpsi berdasarkan IUPAC²⁷

²⁵ Sugeng Rianto, dkk, *Pembuatan Sistem Perangkat Lunak Alat Surface Area Meter Sorptomatic 1800*, (Yogyakarta: Batan, 2012), hlm. 252

²⁶ Sugeng Rianto, dkk, *Pembuatan Sistem Perangkat Lunak Alat Surface Area Meter Sorptomatic 1800...*, hlm. 253.

²⁷ R.S Mikhail dan Robens, E, *Microstructure and Thermal Analysis of Solid Surfaces*, (New York: , John Wiley Heyden Publication, 1983), hlm. 154

8. Spektrofotometer UV-Vis

Konsentrasi ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu dapat dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran absorbansi atau transmitansi dalam spektroskopi ultraviolet dan daerah tampak digunakan untuk menganalisis kualitatif dan kuantitatif. Spektrum UV dan daerah tampak (*visible*) untuk senyawa organik berhubungan dengan transisi elektronik pada tingkat-tingkat energi elektron tertentu. Transisi itu biasanya menyangkut transisi elektronik bebas dan orbital yang tidak terisi orbital *anti bonding*. Suatu molekul atau atom akan memanfaatkan energi radiasi untuk mengadakan eksitasi elektron. Eksitasi ini hanya akan terjadi bila energi radiasi yang diperlukan sesuai dengan perbedaan tingkat energi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi dan sifatnya karakteristik.²⁸

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang *ultraviolet* (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). Analisis sampel menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm.²⁹

Tabel 2.2 Daftar Panjang Gelombang Sinar Tampak dan Warna-Warna Komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna Sinar Tampak	Warna Komplementer
400-435	Ungu	Kuning-Kehijauan
435-480	Biru	Kuning-Kehijauan
480-490	Hijau-Kebiruan	Orange
490-500	Biru-Kehijauan	Merah
500-560	Hijau	Merah-Ungu
560-580	Kuning-Kehijauan	Ungu
580-595	Kuning	Biru
595-610	Orange	Hijau-Kebiruan
610-750	Merah	Biru-Kehijauan

Komponen-komponen yang mengabsorpsi dalam spektrofotometer UV-Vis dapat berupa absorpsi oleh senyawa-senyawa organik maupun anorganik. Gugus-gugus fungsional organik tidak jenuh yang mengabsorpsi sinar tampak dan UV ini dinamakan kromofor atau sering dikenal dengan pembawa warna. Contoh kromofor $-\text{NH}_2$, $-\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{O}$, $-\text{CHO}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{N}\equiv\text{N}-$, dan lain-lain. Absorpsi oleh senyawa-senyawa anorganik, spektra hampir semua ion-ion kompleks dan molekul-molekul anorganik menghasilkan puncak absorpsi agak melebar.

²⁸ S.M Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, (Jakarta: UI Press, 2007), hlm. 204.

²⁹ M. Abdullah dan Khairurrijal, *Karakterisasi Nanomaterial*, (Bandung: CV Rezeki Putera, 2010), hlm. 71.

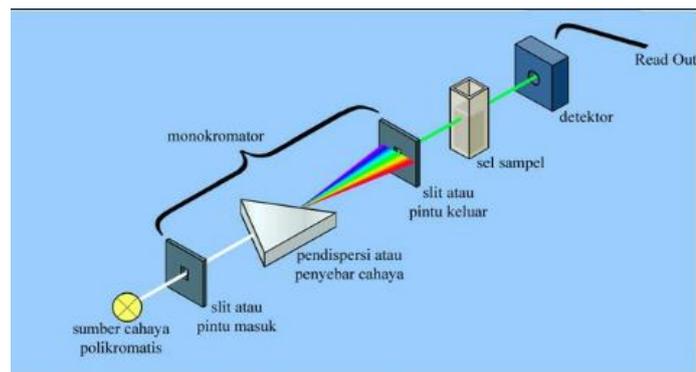
Pelebaran puncak pada ion-ion logam transisi disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan kimianya. Sebagian radiasi yang teradsorpsi oleh suatu larutan analit yang mengabsorpsi ternyata terdapat hubungan kuantitatif dengan konsentrasinya. Jumlah radiasi yang teradsorpsi oleh sampel dinyatakan hukum Lambert-Beer dan dijadikan dasar pada analisis kuantitatif spektrofotometri dan dinyatakan dengan rumus ³⁰:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Dimana A adalah absorbansi terukur, ϵ adalah serapan molar atau koefisien absorpsi molar (apabila konsentrasi pada satuan molar), b adalah panjang sel, dan c adalah konsentrasi. Apabila konsentrasi dinyatakan dalam g/L maka ϵ diganti a yang disebut serapan spesifik, dengan demikian rumus menjadi :

$$A = a \cdot b \cdot C$$

Berdasarkan hukum Bouger Lambert Beer, maka absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi. Apabila konsentrasi suatu zat semakin tinggi maka absorbansi terukur juga akan semakin besar, demikian pula sebaliknya. Skema alat pada spektrofotometer digambarkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Penampang Spektrofotometer UV-Vis³¹

9. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cairan. Bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Berdasarkan jenis ikatan yang terdapat antara bahan yang diadsorpsi dan adsorbennya, adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika atau sering disebut adsorpsi *Van Der Waals* terjadi karena adanya gaya interaksi antara molekul yang lemah sehingga bersifat *reversible*. Kesetimbangan yang dicapai adsorpsi fisik berlangsung dengan cepat karena tidak melibatkan energi aktivasi dan banyaknya yang teradsorpsi dapat berupa lapisan monolayer. Panas adsorpsi kecil, kurang dari 10 kkal/mol.

Sifat adsorpsi kimia lebih spesifik daripada adsorpsi fisika karena adsorpsi kimia membutuhkan energi aktivasi untuk membentuk ikatan antara adsorbat dan adsorben. Adsorpsi

³⁰ R.A Day, A.L Underwood. *Analisis Kimia Kuantitatif*, (Jakarta: Erlangga, 2002), hlm. 421.

³¹<https://wocono.files.wordpress.com/2013/03/conventionalspectrophotometercopy1.jpg>

kimia relatif lambat, tidak mudah balik dan hanya membentuk lapisan monolayer pada permukaan. Dalam keadaan nyata, fenomena adsorpsi merupakan kombinasi dari adsorpsi kimia dan fisika. Perbedaan antara adsorpsi fisika dengan adsorpsi kimia pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben, juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada *viskositas* campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas).³²

B. Kajian Pustaka

Pencemaran lingkungan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang memberikan dampak negatif. Salah satu industri dengan hasil samping yang berdampak negatif adalah industri tahu. Limbah cair tahu apabila dibuang ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran yang berbahaya bagi kelangsungan hidup. Penelitian mengenai mengurangi kadar zat-zat yang berbahaya pada limbah cair tahu dan pemanfaatan daun bambu telah banyak dilakukan.

T.P Ding dkk (2008) telah melakukan penelitian tentang kandungan silika pada tanaman bambu. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan kandungan silika yang terdapat pada bagian-bagian bambu, seperti akar, batang, cabang, dan daun serta pengaruhnya terhadap siklus biogeokimia dari silika. Hasil penelitian ini ialah bahwa kandungan silika cenderung naik dari akar sampai puncaknya yaitu pada daun dengan persentase dari 0.3% pada akar sampai 9.95% pada daun.³³ Ernesto Villar dkk (2010) juga telah melakukan penelitian tentang karakterisasi dan penetapan pada parameter kinetik dari perilaku pozzolan yang diambil dari abu daun bambu. Analisa komposisinya kimia menggunakan XRF menunjukkan bahwa abu bambu pada dasarnya dibentuk oleh silika dalam konsentrasi sekitar 80%. Abu daun bambu yang diperoleh lewat pengabuan pada suhu 700 °C selama 2 jam memiliki pengaruh pada perilaku pozzolan yang menunjukkan aktifitas yang tinggi.³⁴ Moises Frias dkk (2011) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah daun bambu untuk campuran pembuatan semen. Kandungan silika yang terdapat pada abu daun bambu sebesar 78.7%, dan penggunaan daun bambu yang diaktifkan pada suhu 600 °C sangat cocok untuk bahan campuran pembuatan semen komersial, disebabkan aktifitas pozzolan yang tinggi.³⁵ Dwi Puspayana dan Alia Damayanti (2013) telah melakukan penelitian dengan judul “*Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Amonium*”. Tujuan penelitian ini

³² G, Bernasconi, dkk, *Teknologi Kimia*, Terjemahan Lienda Handoyo, (Jakarta: Pradnya Paramita, 1995), hlm. 45.

³³ T.P. Ding, dkk, “*Silicon isotope fractionation in bamboo ...*”, hlm. 1392.

³⁴ Ernesto Villar, dkk, “*Pozzolan behavior of bamboo leaf ash: Characterization and determination of the kinetic parameters*”, *Cement & Concrete Composites*, (No. 33, February/2010), hlm. 72.

³⁵ Moises Frias, “*Characterization and properties of blended cement matrices containing activated bamboo leaf waste*”, *Cement & Concrete Composition*, (No. 34, April/2011), hlm. 1023.

ialah untuk mengetahui massa silika optimum, nilai koefisien rejeksi dan nilai fluks yang paling baik. Penelitian tersebut menginformasikan massa silika yang paling optimum untuk digunakan sebagai membran ialah sebesar 5 gram, nilai koefisien rejeksi yang paling baik untuk parameter ammonium ialah 92,17%.³⁶ Penelitian ini memiliki persamaan dan perbedaan dari keempat kajian pustaka yang relevan di atas. Persamaan dengan penelitian T.P Ding, Ernesto Villar, dan Moises Frias adalah analisis dan pemanfaatan daun bambu. Persamaan dengan penelitian oleh Dwi Puspayana dan Alia Damayanti adalah penggunaan silika sebagai adsorben pada limbah cair tahu. Penelitian ini mencoba memberikan suatu alternatif pada penanganan limbah cair tahu secara sederhana yakni dengan memanfaatkan silika yang terdapat pada sampah daun bambu petung, yang digunakan untuk metode penanganan limbah cair tahu, dengan cara menurunkan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu tersebut.

C. Rumusan Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan.³⁷ Hipotesis dapat dikemukakan setelah peneliti mendalami permasalahan penelitiannya dengan saksama dan menetapkan anggapan dasar. Peneliti akan bekerja berdasarkan hipotesis tersebut. Peneliti mengumpulkan data-data yang paling berguna untuk membuktikan hipotesis. Peneliti menguji hipotesis yang dirumuskan berdasarkan data yang terkumpul.³⁸ Hipotesis yang diajukan peneliti yaitu silika abu daun bambu petung mampu mengurangi kadar senyawa ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu.

³⁶ Dwi Rukma Puspayana dan Alia Damayanti, “*Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Amonium*”, *Jurnal Teknik Pomits*, (Vol. 2, No. 2, /2013), hlm. 91.

³⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif Kuantitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2009), hlm.64.

³⁸ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: PT Asdi Mahasatya. 2006), hlm. 110.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian laboratorium merupakan suatu penelitian yang dilakukan di dalam laboratorium, yaitu suatu tempat yang dilengkapi perangkat khusus untuk melakukan penyelidikan terhadap gejala tertentu melalui tes-tes atau uji yang juga dilakukan untuk menyusun laporan ilmiah.¹

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 18 November 2014 – 18 Februari 2015.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di empat tempat yakni di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang, Laboratorium Kimia Analitik Universitas Negeri Malang, Laboratorium Kimia Institut Teknologi Surabaya dan Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Negeri Semarang.

Preparasi dan uji pengaruh silika abu daun bambu terhadap limbah cair tahu dilakukan di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang dan di Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Negeri Semarang. Uji komposisi abu daun bambu petung di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Negeri Malang. Uji karakteristik struktur silika abu daun bambu dilakukan di Laboratorium Kimia Institut Teknologi Surabaya. Uji luas permukaan dan porositas silika dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen Universitas Negeri Semarang.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.² Tanaman bambu petung berkedudukan sebagai populasi pada penelitian ini.

2. Sampel

Sampel merupakan sebagian atau wakil yang diteliti.³ Sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah daun bambu petung yang diambil di Dusun Jambe Pasar, Desa Jambe Arum,

¹ Abdurrahman Fathoni, *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2006), hlm. 96.

² Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif Kuantitatif dan R&D, ...*, hlm.80.

³ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, ...*, hlm. 131.

Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Peneliti memilih tempat tersebut dengan pertimbangan masih banyaknya tanaman bambu petung di daerah tersebut, namun banyaknya tanaman bambu tersebut masih belum dimanfaatkan secara maksimal oleh penduduk sekitar. Selain itu, beberapa meter dari peneliti mengambil sampel, terdapat industri tahu, yang masih belum mengolah limbahnya, terutama limbah cairnya secara tepat. Hal tersebut menjadikan suatu pertimbangan yang penting dalam penelitian ini.

D. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian merupakan suatu atribut dari sekelompok objek yang diteliti yang memiliki variasi antara objek dengan objek yang lain dalam kelompok tersebut.⁴ Variabel yang terdapat pada penelitian ini yakni:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya divariasi. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi silika yang ditambahkan dalam larutan limbah cair tahu dan lamanya waktu kontak antara larutan limbah cair tahu dengan silika.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah konsentrasi senyawa ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu yang terserap.

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah faktor yang mempengaruhi hasil reaksi, tetapi dapat dikendalikan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah konsentrasi pelarut dan pH limbah cair tahu.

E. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan pekerjaan yang penting dalam sebuah penelitian.⁵ Peneliti menggunakan beberapa cara dalam proses pengumpulan data, yaitu:

1. Uji Laboratorium

Laboratorium adalah tempat atau kamar tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan (penyelidikan) dan sebagainya.⁶ Metode ini digunakan untuk menguji karakteristik limbah cair pabrik tahu dan abu daun bambu petung. Uji laboratorium ini, baik limbah cair tahu maupun abu daun bambu petung dilakukan beberapa uji di antaranya meliputi:

⁴ Sugiarto, dkk., *Teknik Sampling*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2003), hlm. 13.

⁵ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*,..., hlm. 223.

⁶ Depdiknas, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 2006), hlm. 34.

uji kadar silika dalam abu bambu petung, uji karakterisasi silika abu daun bambu petung meliputi uji karakterisasi struktur dan porositas, serta uji adsorpsi ammonium dan nitrat.

2. Data Primer

Data primer yaitu data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar silika pada abu daun bambu petung dan pengaruhnya dalam penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu.

3. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang telah dikumpulkan dengan maksud selain menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi. Data ini dapat ditemukan dengan cepat. Literatur, artikel, jurnal serta situs di internet yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan merupakan sumber data sekunder untuk penelitian ini.⁷ Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah pola difraksi silika yang diambil dari JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*), atau hasil penelitian terdahulu.

F. Prosedur Penelitian

1. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini : daun bambu petung dari Dusun Jambe Pasar, Desa Jambe Arum, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal yang telah dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari, akuades, air *demineralisasi*, HCl (*E.Merck*) konsentrasi 1 M, NaOH (*E.Merck*) konsentrasi 0,1 M dan 4 M, NH₄Cl (*E.Merck*), KNO₃ (*E.Merck*), larutan garam signet, reagen Nessler dibuat pada tanggal 13 Februari 2015, limbah cair tahu dari pabrik tahu di Dusun Kebonharjo, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Peralatan yang digunakan antara lain: alat-alat gelas, kertas saring Whatman 42, *oven*, ayakan 100 mesh, neraca analitik merk AND GR-200, *muffle furnace* merk Small Bech, *magnetic stirrer and heater*, *X-Ray Diffraktometer* merk Philips, pompa vakum merk Akura, *Spektrofotometer Visible* Genesys 20, *X-Ray Fluoresence* merk Philips, *Surface Area and Pore Size Analyzer* merk Quadrasorb SI.

2. Prosedur Kerja

a. Sintesis Silika Abu Daun Bambu Petung

Serbuk silika yang dihasilkan dalam penelitian ini didapatkan dari daun bambu petung yang telah diolah dari beberapa tahap menjadi abu pada suhu tinggi. Daun bambu petung yang akan digunakan harus dicuci dengan air terlebih dahulu. Daun bambu yang telah bersih akan melalui tahap pengeringan di bawah sinar matahari selama 2 hari.

⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*,..., hlm.137.

Tahap selanjutnya adalah proses menjadikan daun bambu petung kering menjadi abu. Daun bambu petung kering diabukan dengan menggunakan *furnace* pada temperatur 800 °C selama 2 jam sehingga didapatkan abu daun bambu petung yang berwarna putih keabuan.⁸ Tahap selanjutnya ialah proses pembuatan silika dengan metode sol-gel yang diadaptasi dari penelitian Satya Candra Wibawa Sakti, dkk. Sebanyak 20 gram abu daun bambu petung dilarutkan dalam 160 mL NaOH 4 M dalam *stop erlenmeyer*. Campuran diaduk sambil dipanaskan pada suhu 105 °C selama 90 menit. Residu dibakar pada suhu 500 °C selama 30 menit dan menjadi berwarna coklat keputihan. Padatan yang didapatkan kemudian dilarutkan dalam 200 mL air *demineralisasi* sehingga menjadi larutan natrium silikat yang berwarna coklat kekuningan.

Larutan natrium silikat tersebut berfungsi sebagai *prekursor* untuk pembuatan silika. Larutan natrium silikat kemudian ditambahkan HCl 1 M tetes demi tetes hingga memiliki pH 7. Larutan tersebut kemudian didiamkan selama 72 Jam sampai terbentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian dicuci dengan air *demineralisasi* dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 3 jam.⁹ Silika yang terbentuk kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Silika dikalsinasi pada suhu 400 °C selama 4 jam. Kristalinitas silica hasil sintesis dikarakterisasi dengan *X-Ray Difraktometer* dan luas permukaan serta porositasnya menggunakan *Surface Area and Pore Size Analyzer*.

b. Pembuatan Larutan Induk Ammonium 100 ppm

Sebanyak 0,010 gram NH₄Cl dilarutkan dengan air *demineralisasi* pada labu takar 100 mL.

c. Pembuatan Larutan Induk Nitrat 100 ppm

Sebanyak 0,010 gram KNO₃ dilarutkan dengan air *demineralisasi* pada labu takar 100 mL.

d. Pembuatan Kurva Kalibrasi Ammonium

Larutan ammonium klorida 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm ditambahkan dengan 1 mL reagen nessler. Campuran didiamkan selama 10 menit. Campuran dianalisa pada panjang gelombang 410 nm kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer visible*.

e. Pembuatan Kurva Kalibrasi Nitrat

Larutan kalium nitrat 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm ditambahkan dengan 1 mL HCl 1 M. Campuran didiamkan selama 10 menit. Campuran dianalisa pada panjang gelombang 220 nm dan 275 nm kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*. Nilai pengurangan absorbansi pada panjang gelombang 220 nm dengan 275 nm, sebagai nilai absorbansi nitrat.

⁸ Chaironi Latif, dkk, “*Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pada Struktur Silika*”, *Sains Dan Seni Pomits*, (Vol. 3, No. 1, /2014), hlm. 2337-3520.

⁹ Satya Candra Wibawa Sakti, dkk, “*Adsorption of Gold(III) on Ionic Imprinted Amino-Silica Hybrid Prepared from Rice Hull Ash*”, *Pure Appl. Chem*, (Vol. 85, No. 1, Juli/2013), hlm. 213.

f. Preparasi Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu sebanyak 50 mL disaring dengan kertas saring, kemudian diukur tingkat keasamannya. Limbah diatur agar memiliki tingkat keasaman 7 (netral). Pengaturan pH asam dilakukan dengan penambahan larutan NaOH 0,1 M dan pengaturan pH basa dengan cara penambahan larutan HCl 0,1 M.

g. Uji Pendahuluan Limbah Cair Tahu

1) Uji Kualitatif

a) Uji Kualitatif Ammonium

Limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral ditambahkan NaOH 0,1 M kemudian dipanaskan. Hasil positif jika tercium bau spesifik (ammoniak) dan membirukan kertas lakmus merah.¹⁰

b) Uji Kualitatif Nitrat

Limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral, ditambahkan serbuk Zn dan larutan NaOH 0,1 M kemudian dipanaskan. Hasil positif jika kertas lakmus merah menjadi biru bila diletakkan di atas tabung reaksi dan batang pengaduk yang dibasahi dengan HCl pekat terjadi kabut putih.¹¹

2) Uji Kuantitatif

Sebelum dilakukan uji kuantitatif, sebanyak 50 mL limbah cair tahu yang telah memiliki nilai pH netral diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan variasi waktu pengadukan 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit.

a) Uji Kuantitatif Ammonium

1 mL limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral dimasukkan ke dalam Labu Takar 25 mL ditambahkan *air demineralisasi* sampai tanda batas. 25 mL larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 1 mL reagen Nessler dan 1,25 larutan garam signet. Larutan didiamkan selama 10 menit. Larutan dianalisa pada panjang gelombang 410 nm kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer visible*.¹²

b) Uji Kuantitatif Nitrat

25 mL limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 1 mL HCl 1 M. Larutan didiamkan selama 10 menit. Larutan dianalisa pada panjang gelombang 220 nm dan 275 nm

¹⁰ M. Shodiq Ibnu, dkk, *Kimia Analitik I*, (Malang: Universitas Negeri Malang, 2004), hlm. 48.

¹¹ Vogel, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, (Jakarta: Kalman Media Pusaka, 1985), hlm. 357.

¹² Dwi Rukma Puspayana dan Alia Damayanti, "Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Ammonium", *Jurnal Teknik POMITS* (Vol. 2, No. 2, 2013), hlm. 88.

kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*. Nilai pengurangan absorbansi pada panjang gelombang 220 nm dengan 275 nm, sebagai nilai absorbansi nitrat.¹³

h. Aplikasi Silika pada Limbah Cair Tahu

1) Optimasi Massa Silika terhadap Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Sebanyak 5 buah gelas beker disiapkan. Masing-masing gelas beker diisi dengan 50 mL air limbah cair tahu, kemudian ditambahkan silika berturut-turut 0,125 gram; 0,25 gram; 0,5 gram; 0,75 gram; 1 gram. Masing-masing gelas beker diaduk dengan *magnetic stirer* selama 30 menit.

2) Optimasi Waktu Kontak Optimum terhadap Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Air limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral diambil sebanyak 50 mL, dan dimasukkan ke dalam 5 buah gelas beker. Masing-masing gelas beker ditambahkan 0,25 gram silika dari abu daun bambu petung berukuran 100 mesh dan diaduk dengan variasi waktu pengadukan 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit.

3) Penentuan Kadar Ammonium

Sebanyak 1 mL limbah cair tahu yang telah mempunyai nilai pH netral dimasukkan ke dalam Labu Takar 25 mL ditambahkan *air demineralisasi* sampai tanda batas. 25 mL larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 1 mL reagen Nessler dan 1,25 larutan garam signet. Larutan didiamkan selama 10 menit. Larutan dianalisa pada panjang gelombang 410 nm kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer visible*. Pengukuran absorbansi dilakukan secara duplo.

4) Penentuan Kadar Nitrat

Sebanyak 25 mL air limbah yang telah mengalami perlakuan, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 1 mL HCl 1 M. Larutan didiamkan selama 10 menit. Larutan dianalisa pada panjang gelombang 220 nm dan 275 nm, kemudian diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*. Nilai pengurangan absorbansi pada panjang gelombang 220 nm dengan 275 nm, sebagai nilai absorbansi nitrat. Pengukuran absorbansi dilakukan secara duplo.

G. Teknik Analisa Data

1. Kristalinitas Silika

Data yang diperoleh berupa jarak antar bidang, intensitas dan besar sudut (2θ) yang kemudian dicocokkan dengan data pola difraksi sinar-X JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) atau hasil penelitian lain yang telah dilakukan sebagai pembandingan.

¹³ E-book: Badan Standarisasi, *Cara Uji Air Minum dalam Kemasan*, (Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2006), hlm.10.

2. Luas Permukaan dan Porositas Silika

Data didapatkan berupa angka-angka yang didapat melalui persamaan persamaan *Brunauer-Emmett-Teller* (B.E.T). Data yang diperoleh kemudian dibuat kurva $P/n(P_0 - P)$ terhadap P/P_0 . Data yang ada (segi empat) difiting dengan garis lurus sehingga diperoleh perpotongan dengan sumbu tegak adalah $1/cn_m$. Nilai dari $1/cn_m$ kemudian dapat dijadikan landasan untuk mencari konsentrasi monolayer n_m . Berdasarkan nilai konsentrasi monolayer n_m dapat diperoleh jumlah total atom yang menempel di permukaan sampel per gram ketika terbentuk satu lapisan adsorpsi. Dengan demikian luas permukaan spesifik sampel dapat diukur yakni menggunakan rumus :

$$S = N_A \times n_m \times \sigma$$

Keterangan:

N_A = bilangan Avogadro ($6,625 \times 10^{23}$)

n_m = Konsentrasi monolayer

σ = Luas penampang atom pada suhu nitrogen cair

Metode B.E.T juga dapat digunakan untuk menentukan ukuran pori rata-rata, jika diasumsikan bahwa porositas berbentuk bulat. Porositas, Φ , dapat dihitung dengan menimbang benda dan mengukur volumenya atau dengan cara lain yang memungkinkan. Massa jenis material dapat dicari direferensi. Luas permukaan spesifik diperoleh dari pengukuran *Brunauer-Emmett-Teller* (B.E.T), dengan demikian diameter rata-rata poros, D , dapat ditentukan. Porositas didefinisikan sebagai :¹⁴

$$\Phi = 1 - \frac{V_{mat}}{V_{tot}} = 1 - \frac{m}{M} = \frac{\frac{N\pi D^2}{6} \frac{s}{\rho}}{\frac{N\pi D^3}{6} + \frac{N\pi D^2}{s}} = \frac{1}{1 + \rho s D / 6}$$

3. Perhitungan Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat

Persentase penurunan masing-masing parameter dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar (\%)} = \frac{\text{Kons.awal} - \text{Kons.akhir}}{\text{Kons.awal}} \times 100\%$$

¹⁴ M. Abdullah dan Khairurrijal, *Karakterisasi Nanomaterial*,..., hlm. 103.

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

Bab ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan tentang preparasi daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne), analisa komposisi senyawa yang terkandung dalam abu daun bambu petung, sintesis silika abu daun bambu petung dan karakterisasinya, yaitu identifikasi kristalinitas menggunakan *X-Ray Diffraction* dan luas permukaan dan porositas menggunakan *Surface Area and Pore Size Analyzer* serta aplikasi silika untuk penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu.

A. Deskripsi Data

1. Preparasi Sampel

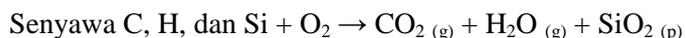
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) yang diperoleh dari Dusun Jambe Pasar, Desa Jambe Arum, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Selain itu, digunakan limbah cair tahu sebagai parameter penelitian. Limbah tersebut diambil dari pabrik tahu di Dusun Kebonharjo, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah preparasi sampel. Daun bambu petung yang akan digunakan harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang mengalir bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor dan menjadikan daun bambu petung tersebut bersih sehingga dapat meningkatkan kemurnian silika yang dihasilkan. Daun bambu petung yang telah bersih kemudian melalui tahap pengeringan di bawah sinar matahari selama 2 hari. Kekurangan pengeringan dengan metode ini adalah membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan menggunakan oven. Hal tersebut menurut Harsono laju pengeringan akan menurun seiring dengan penurunan kadar air selama penguapan dan proses pengeringan tidak terjadi dalam suatu waktu sekaligus. Maka pada pengeringan dengan sinar matahari, penyebaran panas ke dalam bahan berlangsung secara bertahap dan menyeluruh sehingga penguapan air ke udara lebih merata. Tidak demikian halnya dengan pengeringan dengan oven. Ketika bahan mulai terkena panas dari oven, laju pengeringan berlangsung secara cepat, sehingga saat laju pengeringan mulai menurun, masih tersisa kandungan air pada bahan.¹

Tahap berikutnya adalah proses pengabuan daun bambu petung. Proses pengabuan daun bambu petung dilakukan menggunakan *furnace* dengan suhu 800 °C selama 2 jam. Semakin tinggi temperatur pengabuan, menyebabkan semakin tinggi kemurnian dan kristalinitas silika

¹ H. Harsono, "Pembuatan Silika Amorfi dari Limbah Sekam Padi", *Jurnal Ilmu Dasar*, (Vol.3 No. 2/2002), hlm. 98-103.

yang diperoleh.^{2,3} Pada suhu pengabuan 800 °C pula mulai didapatkan silika yang berkualitas baik.⁴ Reaksi pengabuan yang terjadi menurut Nuryono, dkk adalah sebagai berikut:



Abu daun bambu petung yang telah terbentuk kemudian dianalisa menggunakan *Spektroskopi X-Ray Fluoresence* untuk mengetahui komposisi senyawa yang terdapat pada abu daun bambu petung dan memastikan adanya kandungan silika di dalamnya. Adapun hasil analisisnya ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Hasil analisa menggunakan *Spektroskopi X-Ray Fluoresence* menunjukkan bahwa silika yang terkandung dalam abu daun bambu petung sebesar 58.3 %, hal tersebut memberikan informasi bahwa daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) berpotensi untuk dijadikan salah satu sumber silika dan dapat digunakan untuk penanganan limbah cair tahu.

Tabel 4.1 Komposisi Kimia Abu Daun Bambu Petung

Senyawa Oksida	Persen Massa (%)
Si	58.3
K	3.44
Ca	30.00
Ti	0.23
Cr	0.086
Mn	0.70
Fe	1.65
Ni	1.24
Cu	0.20
Zn	0.07
Sr	0.42
Mo	4.98
Re	0.12
Eu	0.2

² Pamilia Coniwanti, dkk, “Pengaruh Proses Pengeringan, Normalitas HCl, dan Temperatur Pembakaran pada Pembuatan Silika dari Sekam Padi”, *Jurnal Teknik Kimia*, (Vol. 15, No. 1, Januari/2008), hlm. 5-10.

³ Noor Hindrayawati dan Alimudin, “Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH)”, *Jurnal Kimia Mulawarman*, (Vol. 7, No. 2, Mei/2010), hlm. 75-77.

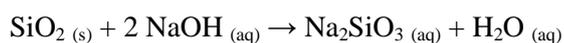
⁴ Ani Rusmawati, “ Studi Pengaruh Temperatur Sintering Sekam Padi sebagai bahan Pembuatan Membran Silika Berpori”, *Skripsi* (Semarang: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro, 2007), hlm. 33.

2. Sintesis Silika Abu Daun Bambu Petung

Abu daun bambu petung yang mengandung silika akan mengalami tahapan berikutnya yaitu proses pengambilan senyawa silika dalam abu daun bambu petung dan penghilangan oksida-oksida pengotor yang tidak diperlukan pada penelitian ini.

Proses pembuatan silika dari abu daun bambu petung menggunakan metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan salah satu metode pembuatan silika yang banyak dikembangkan pada saat ini. Prinsip dari metode sol gel yaitu penambahan bahan yang dimobilisasikan yang dilakukan pada saat matriks berbentuk sol, kemudian menuju ke arah pembentukan padatan (gel) bersamaan dengan terbentuknya padatan pendukung. Metode sol-gel relatif mudah dilakukan, tidak memerlukan waktu yang lama dan interaksi antara padatan dan bahan yang diimobilisasikan relatif mudah.

Proses pembuatan silika dilakukan dengan membuat *precursornya* terlebih dahulu yaitu natrium silikat. Sebanyak 20 gram abu daun bambu petung dilarutkan dalam 160 mL NaOH 4 M dalam *stop erlenmeyer*. Proses tersebut bertujuan untuk melarutkan basa atau destruksi basa. Campuran diaduk sambil dipanaskan pada suhu 105°C selama 90 menit. Residu dibakar pada suhu 500 °C selama 30 menit agar mempercepat proses perubahan abu daun bambu petung menjadi natrium silikat (Na₂SiO₃). Padatan tersebut berwarna coklat keputihan. Padatan yang didapatkan dilarutkan dalam 200 mL air *demineralisasi* dan didiamkan selama 3 malam agar terbentuk larutan natrium silikat. Larutan yang telah terbentuk kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatmann 42 bertujuan untuk memisahkan endapan coklat yang tidak larut. Larutan natrium silikat yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan. Reaksi yang terjadi pada saat pembentukan natrium silikat adalah sebagai berikut:⁵



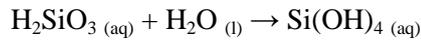
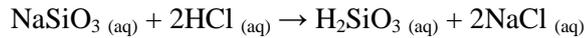
Temperatur yang tinggi menyebabkan NaOH meleleh dan terdisosiasi sempurna membentuk ion natrium dan ion hidroksida. Pada SiO₂, elektronegativitas atom O yang tinggi menyebabkan Si lebih elektropositif dan terbentuk intermediet [SiO₂OH]⁻ yang tidak stabil, kemudian terjadi dehidrogenasi dan ion hidroksil yang kedua akan berikatan dengan hidrogen membentuk molekul air. Dua ion Na akan menyeimbangkan muatan negatif yang terbentuk dan berinteraksi dengan ion SiO₃²⁻ sehingga terbentuk natrium silikat (Na₂SiO₃).⁶

Larutan natrium silikat kemudian ditambahkan HCl 1 M tetes demi tetes sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga memiliki pH 7. Menurut Ilham Pratomo dkk, penambahan HCl 1 M pada larutan natrium silikat dengan teknik pengadukan dapat meningkatkan kadar silika yang dihasilkan. Penambahan HCl hingga pH 7 pada larutan natrium silikat terjadi pembentukan

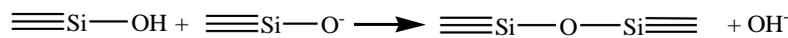
⁵ Devinder Mittal, "Silica from Ash A Valuable Product from Waste Material", *Resonance*, (July/1997), hlm. 65.

⁶ Alex, *Kinetika Adsorpsi Logam Zn (II) dan Cd (II) Pada Bahan Hibrida Merkupto-Silika dari Abu Sekam Padi, Skripsi*, (Yogyakarta: FMIPA UGM, 2005), hlm. 56.

H₂SiO₃, diikuti reaksi pembentukan sol asam Si(OH)₄. Reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :



Penambahan HCl 1 M pada larutan Na₂SiO₃ mengakibatkan terjadinya penurunan pH, sehingga konsentrasi H⁺ dalam Na₂SiO₃ semakin meningkat. Hal ini menyebabkan silikat berubah menjadi asam silikat (H₂SiO₃) yang menyebabkan sebagian gugus siloksan (S-O) membentuk gugus silanol (Si(OH)₄). Si(OH)₄ terpolimerasi dengan membentuk ikatan silang $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv$ hingga terbentuk gel silika melalui proses kondensasi, sesuai persamaan reaksi di bawah ini:⁷

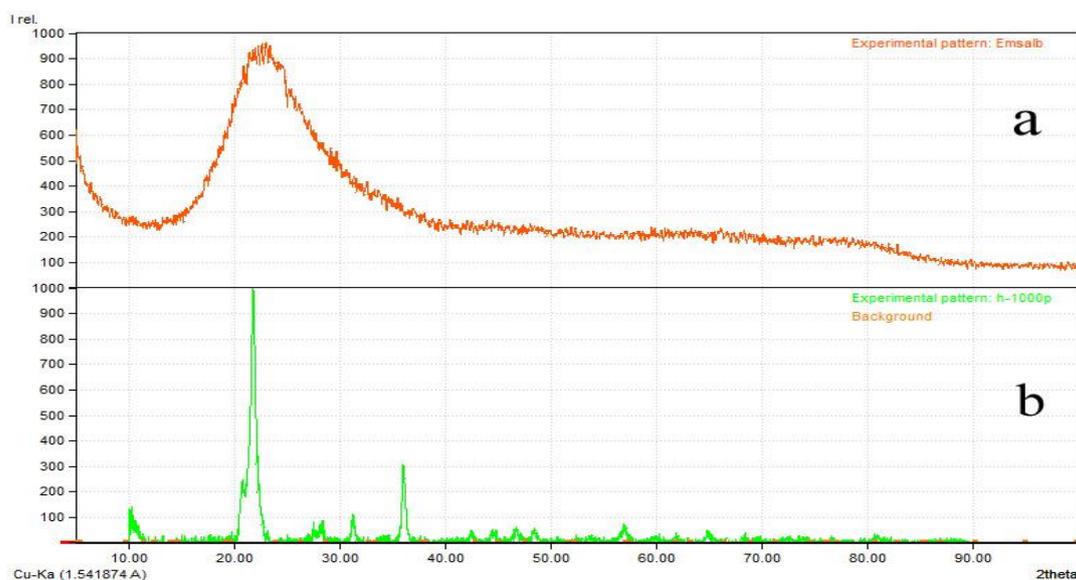


Gel yang terbentuk kemudian didiamkan selama 72 Jam. Gel yang terbentuk dicuci dengan air *demineralisasi* dan residu dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 3 jam. Serbuk silika yang terbentuk kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Serbuk Silika selanjutnya dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 400 °C selama 4 jam.

3. Karakterisasi Silika Abu Daun Bambu Petung

a. Uji Kristalinitas Silika

Silika dari abu daun bambu petung yang dihasilkan kemudian dianalisa kristalinitasnya menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Hasil analisa struktur silika ditampilkan pada Gambar 4.1.



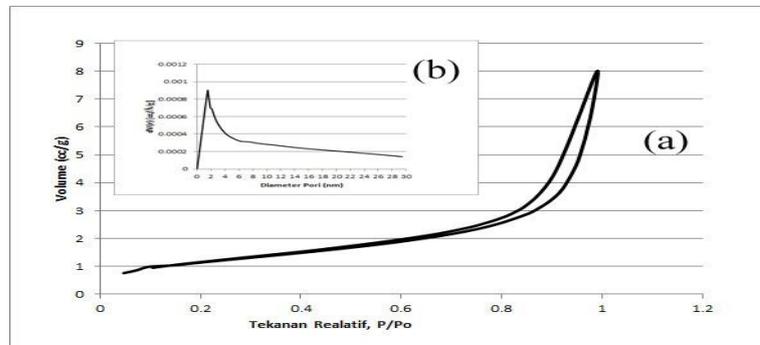
Gambar 4.1 (a) Difraktogram Serbuk Silika Hasil Sintesis (b) JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) Silika

⁷ Ilham Pratomo, dkk, “Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel”, *Kimia Student Journal*, (Vol. 2, No. 1, Oktober/2013), hlm. 363.

Analisa menggunakan XRD ini bertujuan untuk mengetahui struktur kristal serbuk silika hasil sintesis. Data yang diperoleh berupa jarak antar bidang, intensitas dan besar sudut 2 theta (2θ) yang kemudian dicocokkan dengan data pola difraksi sinar – X JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) silika dan hasil penelitian-penelitian yang relevan sehingga senyawa yang terdapat dalam sampel dapat diidentifikasi.

b. Uji Luas Permukaan dan Porositas Silika

Silika yang dihasilkan selain dilakukan uji kiralinitasnya, juga dilakukan uji luas permukaannya dan porositasnya. Silika dianalisa luas permukaan dan porositasnya menggunakan *Surface Area and Pore Size Analyzer*. Analisa menggunakan *Surface Area and Pore Size Analyzer* bertujuan untuk mengetahui luas permukaan dan porositas dari silika hasil sintesis. Adapun hasil analisa menggunakan SAA tersebut, ditunjukkan dalam Gambar 4.2 dan secara ringkas disajikan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.2 (a) Grafik Adsorpsi-Desorpsi Silika (b) Kurva Distribusi Pori Silika

Tabel 4.2 Hasil Analisa Luas Permukaan dan Porositas Silika

Luas Permukaan	4.184 m ² /g
Volume Pori	0.010 cc/g
Diameter Pori	15.172 Å

4. Uji Analisa Limbah Cair Tahu

a. Uji Pendahuluan Limbah Cair Tahu

Uji pendahuluan meliputi warna, bau, pH dan suhu. Uji pendahuluan dari limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji Pendahuluan Limbah Cair Tahu

No	Indikator	Keterangan
1	Warna	Kuning Kekeruhan
2	Bau	Khas Limbah Tahu (busuk)
3	pH	5
4	Suhu	65 °C

b. Uji Kualitatif Limbah Cair Tahu

1) Uji Kualitatif Ammonium

Identifikasi adanya ammonium pada limbah cair tahu, dilakukan dengan penambahan NaOH 0,1 M pada limbah cair tahu, kemudian dipanaskan. Hasil uji kualitatifnya ialah terbentuknya gas amoniak, yang dibuktikan dengan terciumnya bau spesifik amoniak, membirunya kertas lakmus merah dan timbul kabut putih, pada batang pengaduk yang telah dibasahi HCl pekat yang diletakkan di atas mulut tabung.

2) Uji Kualitatif Nitrat

Identifikasi adanya nitrat yang terdapat pada limbah cair tahu, dilakukan dengan mengambil sedikit limbah cair tahu kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan serbuk Zn dan NaOH 0,1, kemudian dipanaskan. Hasil uji kualitatif ialah timbulnya gas amoniak yang dibuktikan dengan kertas lakmus merah menjadi biru jika diletakkan di atas tabung reaksi, serta terbentuknya kabut putih pada batang pengaduk yang telah dibasahi HCl pekat yang diletakkan pada mulut tabung reaksi.

c. Uji Kuantitatif Limbah Cair Tahu

1) Uji Kuantitatif Ammonium

a) Tanpa Penggunaan Silika

Hasil penelitian uji kuantitatif kandungan ammonium pada limbah cair tahu sebelum diberi silika dari abu daun bambu petung, ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

b) Optimasi Massa Silika

Hasil penelitian penentuan optimasi massa silika terhadap ammonium pada limbah cair tahu, dapat disajikan dalam Tabel 4.5.

c) Optimasi Waktu Kontak

Hasil penelitian penentuan optimasi massa silika terhadap ammonium pada limbah cair tahu, dapat dilihat pada Tabel 4.6.

2) Uji Kuantitatif Nitrat

a) Tanpa Penggunaan Silika

Hasil penelitian uji kuantitatif kandungan nitrat pada limbah cair tahu sebelum diberi silika dari abu daun bambu petung, ditunjukkan dalam Tabel 4.7.

b) Optimasi Massa Silika

Hasil penelitian penentuan optimasi massa silika terhadap nitrat pada limbah cair tahu, dapat disajikan dalam Tabel 4.8.

c) Optimasi Waktu Kontak

Hasil penelitian penentuan optimasi massa silika terhadap nitrat pada limbah cair tahu, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.4 Kadar Ammonium Tanpa Penggunaan Silika

Lama Pengadukan (Menit)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata- Rata	Kadar (NH₄⁺) (ppm)
15	0.139	0.137	0.138	205.03
30	0.145	0.147	0.146	215.08
60	0.150	0.15	0.150	220.08
90	0.151	0.152	0.152	222.61
120	0.162	0.162	0.162	235.18

Tabel 4.5 Optimasi Massa Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium

Massa Silika (gram)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata-Rata	Kadar (NH₄⁺) (ppm)	Persen Penurunan (%)
0.125	0.132	0.132	0.132	197.85	8.18
0.25	0.052	0.052	0.052	96.99	54.91
0.5	0.081	0.087	0.084	137.19	36.21
0.75	0.094	0.095	0.095	151.01	29.79
1	0.088	0.089	0.089	143.48	33.29

Tabel 4.6 Optimasi Waktu Kontak Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium

Waktu Kontak (Menit)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata-Rata	Kadar (NH₄⁺) (ppm)	Persen Penurunan (%)
15	0.126	0.126	0.126	189.95	7.35
30	0.085	0.087	0.086	139.98	35.05
60	0.090	0.090	0.090	144.72	34.25
90	0.120	0.100	0.110	169.85	23.7
120	0.134	0.134	0.134	200	14.96

Tabel 4.7 Kadar Nitrat Tanpa Penggunaan Silika

Lama Pengadukan (Menit)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata-Rata	Kadar (NO₃) (ppm)
15	0.310	0.312	0.311	6.47
30	0.366	0.366	0.366	7.71
60	0.414	0.411	0.413	8.78
90	0.383	0.383	0.383	8.1
120	0.312	0.310	0.312	6.49

Tabel 4.8 Optimasi Massa Silika terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Massa Silika (gram)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata-Rata	Kadar (NO₃) (ppm)	Persen Penurunan (%)
0.125	0.134	0.138	0.136	6.58	14.7
0.25	0.224	0.224	0.224	4.49	41.76
0.5	0.271	0.273	0.272	5.58	27.64
0.75	0.252	0.252	0.252	5.13	33.52
1	0.347	0.347	0.347	7.28	5.59

Tabel 4.9 Optimasi Waktu Kontak Silika terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Waktu Kontak (Menit)	Absorbansi Ulangan 1	Absorbansi Ulangan 2	Absorbansi Rata-Rata	Kadar (NO₃) (ppm)	Persen Penurunan (%)
15	0.279	0.282	0.281	5.78	10.53
30	0.027	0.027	0.027	5.53	28.23
60	0.259	0.257	0.258	5.26	40.05
90	0.267	0.267	0.267	5.47	32.48
120	0.256	0.256	0.256	5.22	19.57

B. Analisis Data

1. Analisis Kristalinitas Silika

Gambar 4.1 menunjukkan (a) difraktogram silika hasil sintesis dan (b) difraktogram data pola difraksi JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) silika. Pada difraktogram serbuk sampel hasil sintesis muncul puncak tajam pada $2\theta = 21.99$. Puncak tajam tersebut merupakan puncak karakteristik silika dan sesuai pola difraksi JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) kristobalit nomor 44-1394.

Data pola difraksi JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) menunjukkan terdapatnya puncak pada $2\theta = 21.93$; $2\theta = 38.88$; $2\theta = 66.23$. Pada difraktogram serbuk, hanya muncul satu puncak yakni puncak $2\theta = 21.99$, sedangkan puncak-puncak lain tidak dapat muncul, hal ini disebabkan rendahnya kristalinitas dari sampel, akibat dari suhu kalsinasi yang rendah, sehingga hanya muncul satu puncak yang lebar.⁸ Menurut Kalaphaty bentuk puncak yang lebar dengan pusat puncak di sekitar $2\theta = 21-22$ menunjukkan bahwa silika bersifat amorf. Penyusunan atom dalam silika amorf terjadi secara acak atau dengan derajat keteraturan yang rendah.⁹ Serbuk silika dalam fasa amorf lebih mudah larut dibandingkan dengan fasa kristalin.¹⁰

2. Analisis Luas Permukaan Silika

Silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) selain dilakukan uji kristalinitasnya juga dilakukan uji luas permukaan dan porositasnya. Uji Luas permukaan dan porositas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar luas permukaan dari silika, sehingga daya adsorpsi silika terhadap ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu dapat diperkirakan. Gambar 4.2 (a) merupakan kurva adsorpsi-desorpsi dari silika hasil sintesis. Dari gambar tersebut diketahui terdapat pola histerisis sempit yang menunjukkan keberadaan silika mesopori. Adapun gas nitrogen (N_2) yang teradsorpsi dan terdesorpsi terjadi pada volume rendah yang menunjukkan luas permukaan kecil, terbukti dengan luas permukaan hanya sebesar $4,184 \text{ m}^2/\text{gram}$. Kurva distribusi pori silika, pada Gambar 4.2 (b) menunjukkan probabilitas terbesar ukuran pori, berada pada rentang mikropori, dengan diameter $1,5172 \text{ nm}$. Meskipun silika hasil sintesis berada pada rentang mikropori, namun demikian terdapat silika mesopori yang dapat digunakan sebagai adsorben, yang dimungkinkan dapat menyerap ammonium dan nitrat yang terdapat dalam limbah cair tahu.

⁸ Chaironi Latif, dkk, "Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pada Struktur Silika...", hlm. 2337.

⁹ U. Kalapathy, "A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash", *Bioresource Technology*, (Vol. 7, /2000), hlm. 257-262.

¹⁰ Hadi Nur, "Direct Synthesis of NaA Zeolite from Rice Husk and Carbonaceous Rice Husk Ash", *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, (Vol. 1, No.1, Oktober/2001), hlm. 40-45.

3. Analisis Uji Pendahuluan Limbah Cair Tahu

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan yang hasilnya terdapat pada subbab sebelumnya, menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang berasal dari Pabrik Tahu di Dusun Kebonharjo, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal, memiliki karakteristik kimia yang sama dengan yang disebutkan oleh Nurhasan dan Bb Pramudyanto, bahwa limbah cair tahu memiliki warna transparan sampai kuning muda disertai dengan suspensi warna putih yang terletak di bawah permukaan air limbah. Temperatur limbah cair tahu berkisar antara (60-80) °C, memiliki nilai pH antara 5-7, dan menimbulkan bau busuk khas limbah cair tahu akibat dari pecahnya penyusun dari protein dan karbohidrat yang berasal dari kedelai.¹¹

4. Analisis Uji Kualitatif Limbah Cair Tahu

a. Uji Kualitatif Ammonium

Uji kualitatif pada limbah cair tahu ini bertujuan untuk memastikan bahwa limbah cair tahu mengandung ammonium. Hasil uji kualitatif untuk ammonium memberikan reaksi positif, yakni dengan terbentuknya gas spesifik amoniak. Hal tersebut sesuai dengan reaksi yang terjadi, bila suatu ammonium direaksikan dengan basa, kemudian dibantu dengan pemanasan, reaksi tersebut akan membebaskan gas amoniak. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut:¹²



b. Uji Kualitatif Nitrat

Hasil uji kualitatif nitrat menunjukkan reaksi positif, yakni dengan terbentuknya gas spesifik amoniak, hasil reduksi nitrat dalam suasana basa dan warna reaksi keabuan dan terdapat serbuk Zn di bawah tabung reaksi. Bila suatu larutan yang mengandung nitrat dididihkan dengan serbuk Zn dan larutan natrium hidroksida, akan membebaskan gas amoniak. Adapun reaksi yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut:¹³



5. Penentuan Massa Optimum Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Hampir semua jenis industri mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan, salah satunya adalah industri tahu. Industri tahu mengeluarkan limbah padat dan cair. Limbah cair industri tahu pada umumnya banyak menggunakan air untuk proses maupun untuk pencucian alat dan bijih kedelai. Sebagian besar digunakan untuk proses, air dibuang langsung ke lingkungan. Pembuangan limbah yang langsung ke lingkungan dapat menyebabkan rusaknya

¹¹ Nurhasan dan Bb Pramudya, *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu*, ..., hlm. 13.

¹² M. Shodiq Ibnu, dkk, *Kimia Analitik I* ..., hlm. 89.

¹³ Vogel, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, ..., hlm. 357.

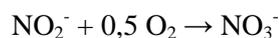
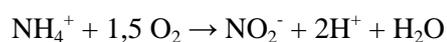
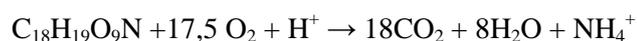
lingkungan hidup. Padahal Allah SWT sudah memperingatkan manusia agar tidak merusak lingkungan, sebagaimana diterangkan dalam surat Al-A'raf ayat 56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (Q.S Al-A'raf/7: 56).¹⁴

Perusakan adalah salah satu bentuk pelampauan batas yang dilarang pada ayat sebelumnya. Karena itu, ayat 56 ini melanjutkan tuntunan-Nya dengan melarang membuat kerusakan di bumi sesudah perbaikannya yang dilakukan oleh Allah SWT dan atau siapapun dan memerintahkan berdoa serta beribadah kepada-Nya dalam keadaan takut sehingga lahir kekhusyukan dan dorongan yang lebih besar untuk menaati-Nya dan dalam keadaan penuh harapan terhadap anugerah-Nya termasuk pengabulan doa itu. Ditegaskan juga bahwa rahmat Allah SWT amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.¹⁵

Perkiraan jumlah air buangan yang dikeluarkan oleh industri tahu setiap kwintal kedelai (bahan baku) dikeluarkan (1,5-2) m³ air limbah. Limbah cair masih mengandung zat-zat organik misalnya protein, karbohidrat dan lemak.¹⁶ Perombakan protein yang terdapat pada tahu akibat proses pemanasan menghasilkan asam amino, yang kemudian menjadi nitrogen ammonia (NH₃) dan senyawa lainnya. Jika senyawa ammonia terlarut dalam air menghasilkan senyawa ammonium. Apabila terdapat oksigen, maka senyawa NH₃ akan menghasilkan nitrit (NO₂⁻) dan oksidasi lebih lanjut menghasilkan nitrat (NO₃⁻).¹⁷ Kemungkinan dari reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut:¹⁸



Proses pengurangan atau bahkan penghilangan ion ammonium dan nitrat dapat dilakukan dengan metode biologi, fisika dan kimia. Salah satu metode kimia untuk mengurangi kadar ammonium dan nitrat ialah dengan metode adsorpsi.. Adsorpsi digunakan untuk memindahkan

¹⁴ Fadhil AR Bafadal, *Al-Qur'an dan Terjemahan...*, hlm. 212.

¹⁵ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Lubab: Makna, Tujuan dan Pelajaran dari Surah-Surah Al-Qur'an*, (Tangerang: Penerbit Lentera Hati, 2012), hlm. 433.

¹⁶ Nurhasan dan Bb Pramudya, *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu,...*, hlm. 12.

¹⁷ Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan ...*, hlm. 34.

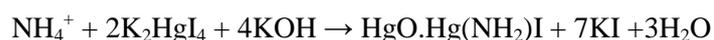
¹⁸ Pusteklim, *Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah*, (Yogyakarta: Jica, 2008), hlm. 42.

senyawa larutan kimia tertentu dengan menggunakan adsorben arang aktif, silika gel, zeolit, dimana adsorben-adsorben tersebut mampu mengadsorpsi senyawa organik dan juga menghilangkan bau tak sedap, rasa, warna serta senyawa organik toksik.¹⁹

Silika dari abu daun bambu digunakan pada penelitian ini, untuk mengurangi kadar pencemaran dari limbah cair tahu, dengan cara menurunkan kadar ammonium dan nitratnya. Salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi ialah jumlah adsorben.

Penentuan massa silika dari abu daun bambu bertujuan untuk mengetahui massa silika yang dapat mengadsorpsi paling banyak senyawa ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu. Penentuan massa silika optimum dilakukan pada berbagai variasi massa, yaitu 0,125 gram; 0,25 gram; 0,5 gram; 0,75 gram dan 1 gram.

Analisis kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu dilakukan dengan metode spektrofotometri. Analisis ammonium pada limbah cair tahu ditentukan dengan metode Nessler. Metode Nessler terdiri dari suatu analisa kimiawi dengan menggunakan spektrofotometer. Reagen Nessler K_2HgI_4 bereaksi dengan NH_4^+ dalam larutan yang bersifat basa, sesuai dengan persamaan reaksi berikut:²⁰



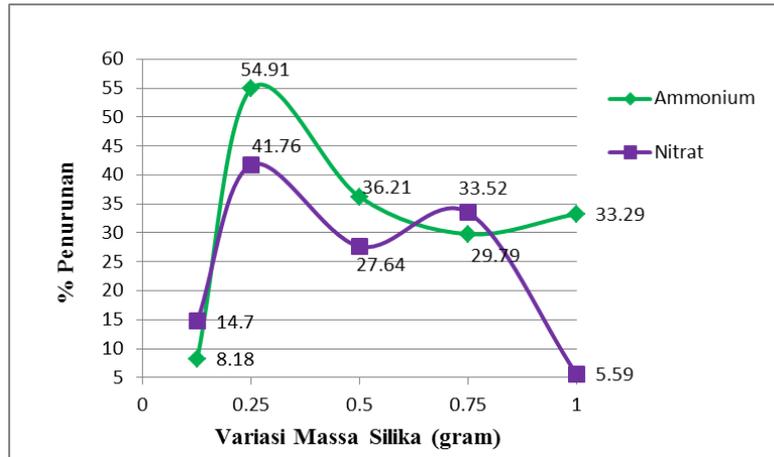
Reaksi di atas menghasilkan pewarnaan coklat atau kuning yang mengikuti hukum Lambert-Beer. Intensitas warna yang terjadi berbanding lurus dengan konsentrasi NH_4^+ yang ada pada limbah cair tahu, yang kemudian ditentukan dengan menggunakan *spektrofotometer visible* pada panjang gelombang 410 nm. Penambahan larutan garam signet, berfungsi untuk mencegah gangguan ion-ion yang dapat menimbulkan kekeruhan. Sedangkan untuk analisa nitrat dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*, pada panjang gelombang 220 nm dan 275 nm. Pengurangan nilai absorbansi pada panjang gelombang 220 nm dengan 275 nm sebagai nilai absorbansi nitrat. Pengukuran pada panjang gelombang 220 nm dilakukan karena pada panjang gelombang tersebut senyawa organik mampu menyerap panjang gelombang tersebut. Sedangkan pengukuran pada panjang gelombang 275 sebagai koreksi untuk nilai absorbansi nitrat. Penambahan HCl untuk mencegah ion-ion pengganggu yakni hidroksida dan karbonat.²¹

Persentase penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu oleh silika dari abu daun bambu petung terhadap variasi massa silika pada waktu kontak 30 menit dapat dilihat pada Gambar 4.3.

¹⁹ Suharto, *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*, (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011), hlm. 328.

²⁰ Vogel, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro ...*, hlm.312.

²¹ US. Environmental Protection Agency, "*Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes Method 353.3*", (Washington D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 1979), hlm. 3.



Gambar 4.3 Kurva Penentuan Massa Silika Optimum terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu menggunakan silika dari abu daun bambu petung mencapai optimum ketika massa silika 0,25 gram. Pada massa silika sebesar 0,25 gram mampu menurunkan kadar ammonium dan nitrat sebesar 54,91 % dan 41,76 %. Pada massa silika 0,125-0,25 gram terjadi penurunan kadar ammonium dan nitrat yang signifikan. Dengan luas permukaan dan diameter pori yang cukup besar yakni $4,184 \text{ m}^2/\text{g}$ dan $15,172 \text{ \AA}$, silika mampu mengadsorpsi ammonium dan nitrat yang terdapat pada limbah cair tahu. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam adsorpsi adalah massa adsorben. Peningkatan massa adsorben menyebabkan naiknya jumlah adsorbat yang terserap. Peningkatan ini terjadi karena kerapatan sel adsorben dalam larutan semakin bertambah sehingga banyak sisi aktif adsorben yang berinteraksi dengan adsorbat, dalam penelitian ini ammonium dan nitrat.

Namun, pada penambahan massa adsorben 0,5-1 gram, tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar ammonium dan nitrat, bahkan cenderung menurun. Peningkatan jumlah adsorben mengakibatkan terjadinya perubahan muatan lokal dan pengurangan situs aktif yang dipengaruhi oleh bentuk porinya yang mesopori tidak seragam. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena adsorben mengalami penggumpalan (aglomerasi).²² Pengurangan situs aktif menyebabkan kadar ammonium dan nitrat yang terserap semakin berkurang. Jadi semakin banyak serbuk silika yang ditambahkan semakin sedikit ammonium dan nitrat yang terserap.

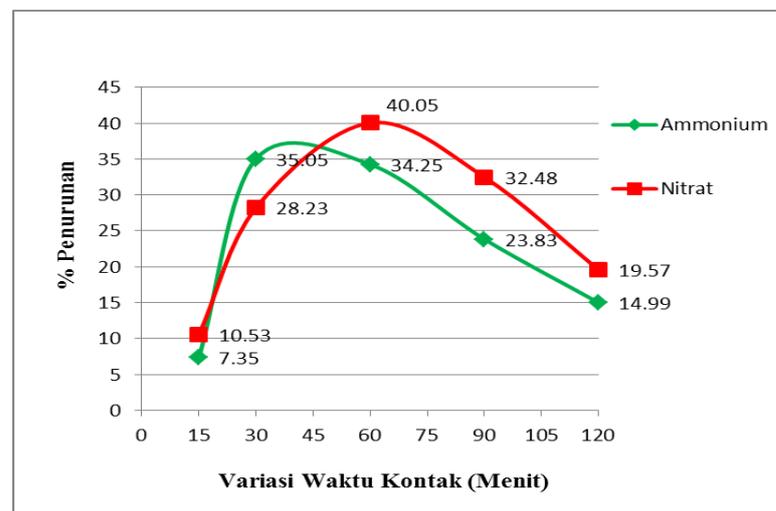
6. Penentuan Waktu Kontak Optimum Silika terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Selain massa adsorben, waktu kontak adsorben terhadap adsorbat juga merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi. Semakin lama waktu adsorpsi (pengadukan) maka semakin banyak interaksi atau persinggungan antara adsorben dengan adsorbat, sehingga

²² Nurdin, "Pengaruh Massa Serbuk Biji Moringa oleifera Terhadap Adsorpsi Timbal (II)", *Media Eksakta* (No.2, Vol. 3, Juli /2006), hlm. 78.

adsorbat yang teradsorpsi semakin banyak sampai terjadi kesetimbangan. Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu dimana adsorbat paling banyak teradsorpsi oleh adsorben. Waktu kontak optimum merupakan waktu pengocokan campuran silika dengan limbah cair tahu, dimana terjadi penurunan kadar ammonium dan nitrat pada limbah cair tahu.²³ Menurut Herawati, waktu optimum adsorpsi akan tercapai bila keseimbangan terjadi antara permukaan (adsorbat yang diserap adsorben) dengan fasa ruah (adsorbat yang tersisa pada larutan), dengan demikian pada keadaan ini jumlah adsorbat yang teradsorpsi relatif terhadap waktu.²⁴

Penentuan waktu optimum adsorpsi ammonium dan nitrat oleh silika dari abu daun bambu petung pada variasi waktu kontak 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Waktu kontak mencapai optimum untuk ammonium ketika lama pengadukan selama 30 menit, sedangkan untuk nitrat terjadi pada waktu kontak 60 menit, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kurva Penentuan Waktu Kontak Optimum terhadap Penurunan Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa penyerapan oleh silika dari abu daun bambu petung ukuran partikel 100 mesh mencapai optimum pada waktu kontak 30 menit untuk ammonium dan 60 menit untuk nitrat. Pada waktu 15-30 menit, terjadi penurunan kadar ammonium yang signifikan, tetapi pada nitrat terjadi penurunan yang signifikan terjadi pada waktu lebih lama yakni 15-60 menit. Pada waktu kontak 60 menit untuk ammonium dan 90 menit untuk nitrat terjadi penurunan nilai adsorpsi. Hal ini disebabkan pori-pori silika telah jenuh atau telah tertutup oleh adsorbat, sehingga silika tidak mampu lagi menyerap adsorbat.

²³ Nasihiddiniyah, dkk, “Kajian Adsorpsi Malasit Hijau pada Zeolit Alam Termodifikasi”, *Green Technology Journal*, (Vol.3 No. 4/2010), hlm. 92.

²⁴ M. Herawati, *Produksi Isopropil Alkohol Murni untuk Aditif Bensin yang Ramah Lingkungan sebagai Wujud Pemanfaatan Produk Samping pada Industri Gas Alam*, (Malang: Universitas Malang, 2009), hlm. 35.

Penurunan nilai adsorpsi terjadi secara terus menerus pada waktu kontak 90 menit dan 120 menit. Penurunan nilai adsorpsi yang terjadi secara terus-menerus setelah mencapai waktu kontak optimum menunjukkan bahwa silika dari bambu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper*) mengalami desorpsi yaitu melepaskan kembali limbah yang telah diadsorpsi karena silika telah jenuh oleh limbah cair tahu. Apabila waktu pengadukan diperpanjang, maka silika yang telah menyerap ammonium dan nitrat secara optimum akan dilepas kembali ke dalam limbah cair tahu. Hal ini disebabkan silika mempunyai kapasitas serap maksimum dalam menyerap ammonium dan nitrat.

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa keterbatasan-keterbatasan, di antaranya:

1. Keterbatasan Objek Penelitian

Penelitian ini masih terbatas pada jumlah jenis bambu yang digunakan, metode pemurnian silika dari abu daun bambu, dan metode penggunaan silika pada berbagai limbah.

2. Keterbatasan Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu juga mempengaruhi pelaksanaan penelitian. Tempat yang digunakan yaitu Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang yang masih terbatas dalam alat dan bahan yang digunakan, selain itu waktu pelaksanaan penelitian. Keberadaan sampel yang jauh dari tempat penelitian memungkinkan terjadinya perubahan pada sampel selama perjalanan.

3. Keterbatasan Biaya

Biaya merupakan salah satu faktor penunjang penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Penelitian ini memerlukan biaya yang tidak sedikit sehingga apabila biaya minim bisa menjadi penghambat untuk proses penelitian. Walaupun banyak ditemukan keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian ini, penulis bersyukur bahwa penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) mengandung sejumlah oksida-oksida di antaranya Si 58,33 %, K 3,44 % , Ca 30,0 %, Ti 0,23 %, Cr 0,086 %, Mn 0,70 %, Fe 1,65 %, Ni 1,24 %, Cu, 0,20 %, Zn 0,07 %, Sr 0,42 %, Mo 4,98 %, Eu 0,12 % dan Re 0,2 %.
2. Silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) mampu mengurangi kadar ammonium sebesar 35,05 % yang terjadi ketika massa silika sebesar 0,25 gram dan waktu kontak selama 30 menit.
3. Persentase pengurangan kadar nitrat pada limbah cair tahu setelah berinteraksi dengan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne) sebesar 40,05 %. Pengurangan kadar nitrat tersebut terjadi ketika massa silika sebesar 0.25 gram dan waktu kontak selama 60 menit.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan silika yang terdapat pada jenis bambu yang lain dan aplikasinya pada berbagai jenis limbah.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang proses pengambilan silika dari abu daun bambu atau pemurnian silika dari pengotor-pengotornya.
3. Perlu adanya pengembangan membran silika yang berasal dari silika bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne).
4. Perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh pH dan variasi konsentrasi pada adsorpsi limbah cair tahu menggunakan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne, tanpa perlu dilakukan optimasi massa.
5. Dengan diketahuinya kegunaan silika dari abu daun bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) Backer ex Heyne maka dapat dijadikan salah satu solusi dalam penanggulangan limbah.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdullah, M dan Khairurrijal, *Karakterisasi Nanomaterial*, Bandung: CV. Rezeki Putera, 2010.
- Achmad, Rukaesih, *Kimia Lingkungan*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- Alex, *Kinetika Adsorpsi Logam Zn (II) dan Cd (II) Pada Bahan Hibrida Merkupto-Silika dari Abu Sekam Padi*, Skripsi, Yogyakarta: FMIPA UGM, 2005.
- Al-Maraghiy, Ahmad Musthafa, *Tafsir Al-Maraghiy Juz IV* Semarang: Toha Putra, 1989
- Arikunto, Suharsimi, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: PT Asdi Mahasatya. 2006.
- Bafadal, Fadhal AR, *Al-Qur'an dan Terjemahan*, Surabaya: Karya Agung, 2006.
- Berlian, N, E. Rahayu, *Jenis dan Prospek Bisnis Bambu*, Jakarta : Penebar Swadaya, 1995.
- Bernasconi, G., H. Gerster, H. Hauser, H. Stauble dan E. Schneiter. 1995. *Teknologi Kimia*. Terjemahan Lienda Handojo, Jakarta : Pradnya Paramita. Jakarta, 1995.
- BPPT, "Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob", <http://www.enviro.bppt.go.id/Kel-1.pdf>, diakses 2 Desember 2013
- Coniwanti, Pamilia, Rasmiah Srikandhy, Aprilliyani, "Pengaruh Proses Pengeringan, Normalitas HCl, dan Temperatur Pembakaran pada Pembuatan Silika dari Sekam Padi", *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 15, No. 1, Januari, 2008.
- Cullity, B.D, *Elements Of X-Ray Diffraction*, USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1956.
- Day, R.A, A.L Underwood. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta : Erlangga, 2002.
- Depdiknas, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta : Balai Pustaka, 2006.
- Ding, T.P, J.X. Zhou, D.F. Wan, Z.Y. Chen, C.Y. Wang, F. Zhang, "Silicon isotope fractionation in bamboo and its significance to the biogeochemical cycle of silicon", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, No. 72, Januari, 2008.
- Ding T. P., Ma G. R., Shui M. X., Wan D. F. and Li R. H, "Silicon isotope study on rice plants from the Zhejiang province, China", *Chemistry. Geology*. No. 218, Januari, 2005.
- Dransfield, S. dan E. A. Widjaja (Editor), *Plant Resources of South-East Asia, No. 7 Bambus*, Leyden: Backhuys Publisher, 1995.
- E-book: Badan Standarisasi, *Cara Uji Air Minum dalam Kemasan*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2006.
- Fathoni, Abdurrahman, *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2006.
- Fatriasari, Widya dan Euis Hermiati, *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*, Bogor: UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial-LIPI, 2006.

- Frias, Moises, Holmer Savastano, Ernesto Villar, M. Isabel Sanchez de Rojas, Sergio Santos, "Characterization and properties of blended cement matrices containing activated bamboo leaf waste", *Cement & Concrete Composition*, No. 34, April, 2011.
- Hadi, Nur, "Direct Synthesis of NaA Zeolite from Rice Husk and Carbonaceous Rice Husk Ash", *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 1, No.1, Oktober, 2001.
- Harsono, H, "Pembuatan Silika Amorif dari Limbah Sekam Padi", *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol.3 No. 2, 2002.
- Hendayana, S, A. Kadarohman, A. Sumarna, *Kimia Analitik Instrumen*, Semarang : IKIP Semarang Press, 1994.
- Hidayah, Hexa Apriliana, "Bambu dengan berbagai Manfaatnya, <http://bio.uonsoed.ac.id/RepositoriFakultasBiologi/Bambu-dengan-berbagai-manfaatnya.pdf>, diakses pada tanggal 15 September 2014.
- Ibnu, M. Shodiq, *Kimia Analitik I*, Malang: Universitas Negeri Malang, 2004.
- Islam, M.N dan F.N. Ani, "Techno-Economics Of Rice Husk Pyrolysis Conversion With Catalytic Treatment To Produce liquid Fuel", *Bioresource Technology*, No.73, Mei, 2000.
- Jamaludin, Agus dan Darma Adiantoro, *Analisis Kerusakan X-Ray Fluorescence (Xrf)*, Yogyakarta : Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN, 2012.
- Kalapathy, U, "A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash", *Bioresource Technology*, Vol. 7, 2000.
- Kemenhut, *Mau Tahu Tentang Bambu*, Jakarta : Kementerian Kehutanan Badan Penyuluhan Dan Pengembangan SDM Kehutanan Pusat Penyuluhan Kehutanan, 2012.
- Khopkar, S. M., *Konsep Dasar kimia Analitik*, Jakarta : UI Press, 1984.
- Latif, Chaironi, Triwikantoro, Munasir, "Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pada Struktur Silika", *Sains Dan Seni Pomits*, Vol. 3, No. 1, 2014.
- Liese, W, *Preservation of Bamboo In Lessard, G & Chouinard, A (eds). Bamboo Research in Asia*, Kanada : IDRC. 1980.
- Martin. A. Swarbrik, J., dab Cammarata, A, *Farmasi Fisik Dasar-Dasar Farmasi Fisik dalam Ilmu Farmasi*, Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia, 1993.
- McClure,F, *The Bamboos A Fresh Perspective*, Cambridge: Harvard University Press, 1996.
- Mikhail, R.S dan Robens, E, *Microstructure and Thermal Analysis of Solid Surfaces*, (New York: , John Wiley Heyden Publication, 1983.
- Mittal, Devinder, "Silica from Ash A Valuable Product from Waste Material", *Resonance*, July,1997.
- Mustafa, Sidik "Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Bambu Petung pada Bambu Muda, Dewasa dan Tua", *Tugas Akhir*, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, 2005.
- Nazir, Moh, *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia, 1998.

- Nisa, Zumrotin dan Munasir, “*Studi Morfologi Silika Hasil Kalsinasi dengan Metode Sintesis Hidrotermal-Kopresipitasi*”, *Jurnal Fisika*, No. 01, Vol. 04, 2015.
- Nurhasan dan Bb Pramudya, *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu*, Semarang: Yayasan Bina Karta Lestari, 1991.
- O.Amu, Olugbenga, Akinwole A. Adetuberu, “*Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateritic Soil in Highway Construction*”, *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 2, No. 4, 2010.
- Pratomo, Ilham, Sri Wardhani, Danar Purwonegoro, “*Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel*”, *Kimia Student Journal*, Vol. 2, No. 1, Oktober, 2013.
- Puspayana, Dwi Rukma, Alia Damayanti, “*Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Amonium*”, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 2, No. 2, 2013.
- Rianto, Sugeng, Mujinem, Aminhar L, *Pembuatan Sistem Perangkat Lunak Alat Surface*, Yogyakarta : Batan, 2012.
- Rusmawati, Ani, “*Studi Pengaruh Temperatur Sintering Sekam Padi sebagai bahan Pembuatan Membran Silika Berpori*”, *Skripsi*, Semarang: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro, 2007.
- Sakti, Satya Candra Wibawa, Dwi Siswanta, Nuryono, “*Adsorption of Gold(III) on Ionic Imprinted Amino-Silica Hybrid Prepared from Rice Hull Ash*, *Pure Appl. Chem*, Vol. 85, No. 1, Juli, 2013.
- Shihab, M. Quraish , *Tafsir Al-Lubab: Makna, Tujuan dan Pelajaran dari Surah-Surah Al-Qur’an*, Tangerang: Penerbit Lentera Hati, 2012.
- Skoog, Douglas A, F. James Holler, Timothy A.Nieman, *Principles of Instrumental Analysis*, 5th Edition, USA: Harcourt Brace Colledge, 1994.
- Sugiarto, *Teknik Sampling*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- Sugiharto, *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia, 1994.
- Sugiyarto, Kristian H, “*Common Textbook Kimia Anorganik I*, Yogyakarta : UNY, 2004.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif Kuantitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2009.
- Sukmadinata, Nana Syaodih, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung : PT Remaja Rosdakary, 2010.
- Sutiyo, “Budidaya Bambu”, <http://www.forda-mof.org/files/Budidaya-bambu-sutiyo.pdf>, diakses pada tanggal 15 September 2014.
- US. Environmental Protection Agency, “*Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes Method 353.3*”, Washington D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 1979.
- Vlack, Van L H, *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Nonlogam)*, Edisi ke-5, Jakarta: Erlangga, 1995.

Villar, Ernesto, Eduardo Valencia Morales, Sergio F. Santos, Holmer Savastano Jr, Moises Frias, "Pozzolanic behavior of bamboo leaf ash: Characterization and determination of the kinetic parameters", *Cement & Concrete Composites*, No. 33, Februari, 2010.

Vogel, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Jakarta: Kalman Media Pusaka, 1985.

Ward, Mary H, Theo M. deKok, Patrick Levallois, Jean Brender, Gabriel Gulis, Bernard T. Nolan, James VanDerslice, "Workgroup Report: Drinking-Water Nitrate and Health-Recent Findings and Research Needs", *Environmental Health Perspectives*, No.11, Vol. 113, Nopember, 2005.

Widjaja, Elizabeth, *Identikit Jenis-Jenis Bambu di Jawa*, Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI, 2001.

_____, *Identikit Jenis-Jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil*, Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI, 2001.

World Health Organization, "Water Sanitation Health", http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/methaemoglobin/en/, diakses 20 Juni 2015.

<https://wocono.files.wordpress.com/2013/03/conventionalspectrophotometercopy1.jpg>

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

- 1. Nama Lengkap : AGUS PRIYANTO
- 2. Tempat & Tgl. Lahir : Brebes, 14 Juli 1993
- 3. Alamat Rumah : Desa Dukuh Tengah RT 03 RW 03 Kec. Ketanggungan, Kab.
Brebes

- Hp : 08985537736
- E-mail : aguspriyanto1993@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

- 1. Pendidikan Formal
 - a. TK Handayani 1 Lulus Tahun 1999
 - b. SD Negeri Dukuh Tengah 03 Lulus Tahun 2005
 - c. MTs Negeri Ketanggungan Lulus Tahun 2008
 - d. SMA Negeri 2 Brebes Lulus Tahun 2011
 - e. UIN Walisongo Semarang

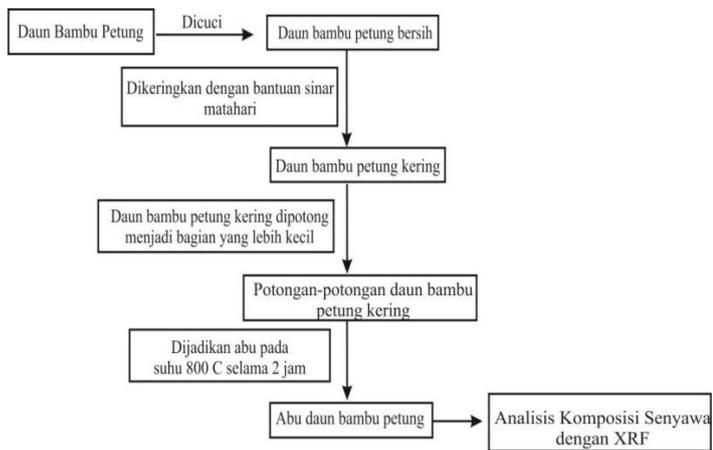
Semarang, 01 Juni 2015
Penulis,

Agus Priyanto
NIM: 113711007

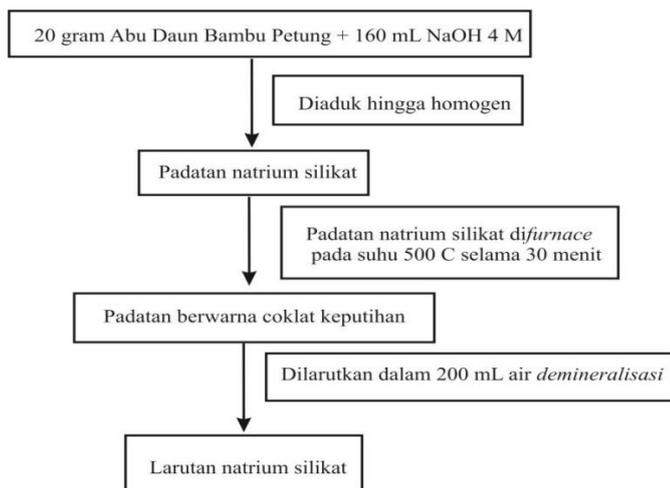
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

a. Sintesis Silika dari Abu Daun Bambu Petung

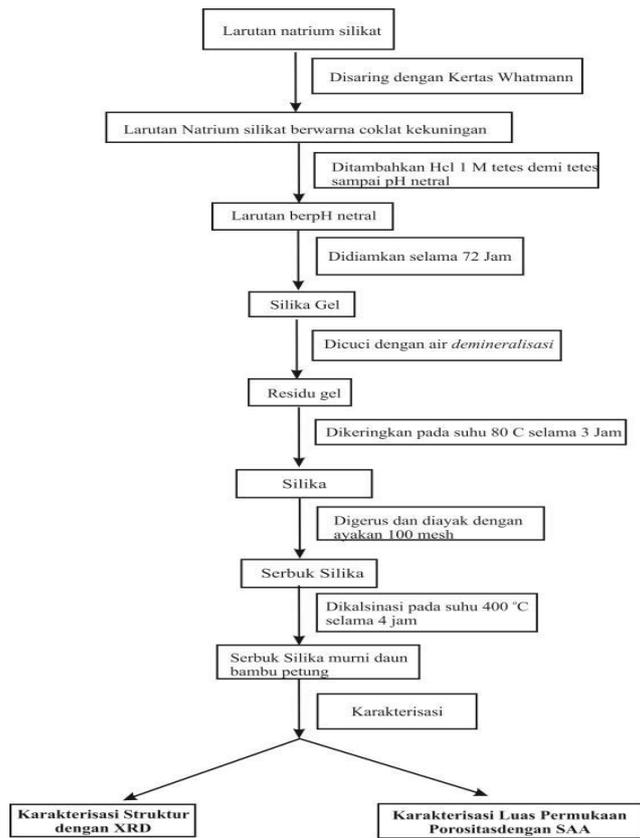
Tahap I



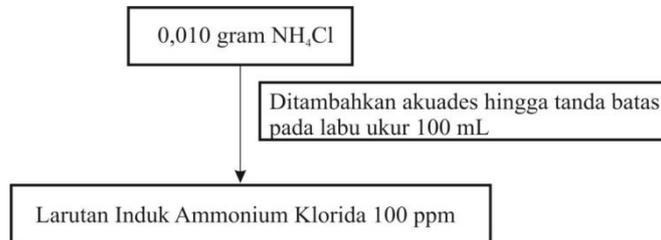
Tahap II



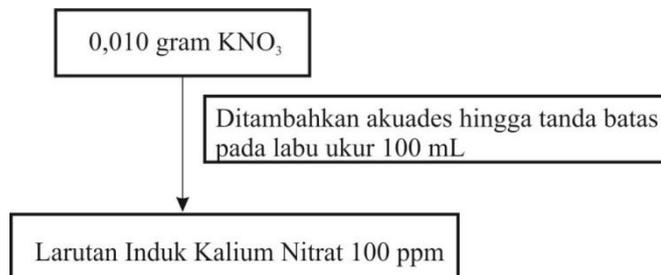
Tahap III



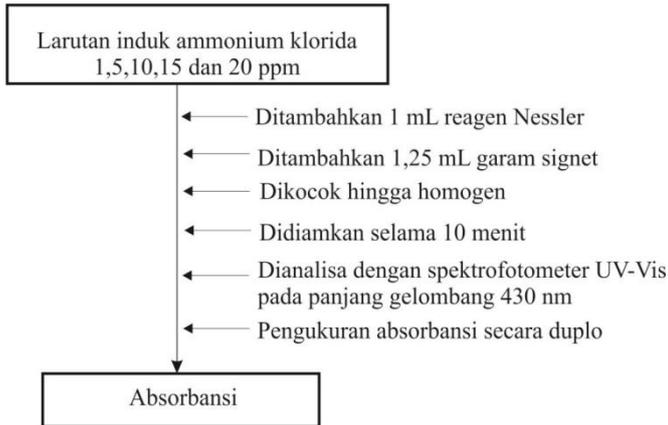
b. Pembuatan Larutan Induk Ammonium



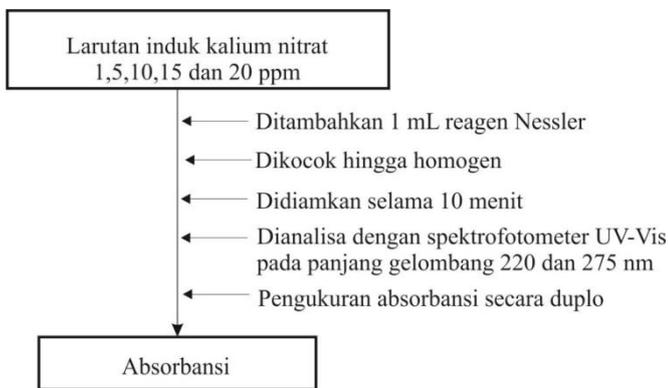
c. Pembuatan Larutan Induk Nitrat



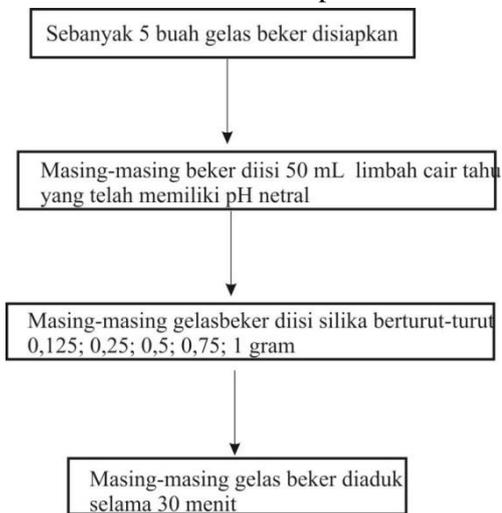
d. Pembuatan Kurva Kalibrasi Ammonium



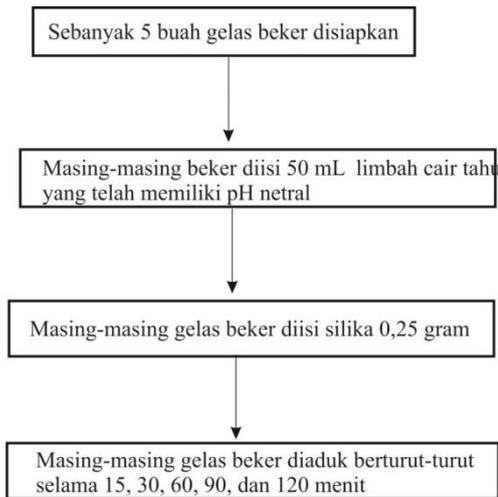
e. Pembuatan Kurva Kalibrasi Nitrat



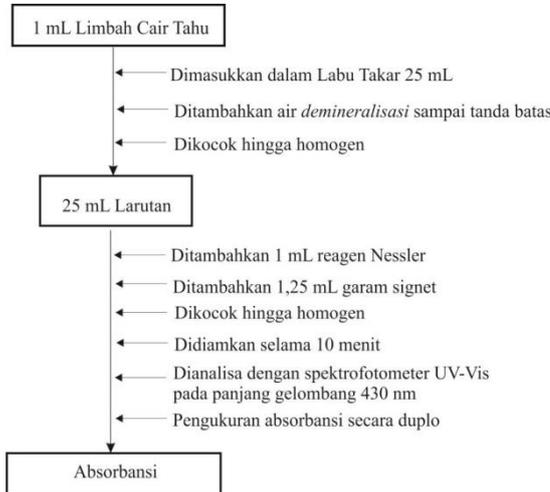
f. Optimasi Massa Silika terhadap Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu



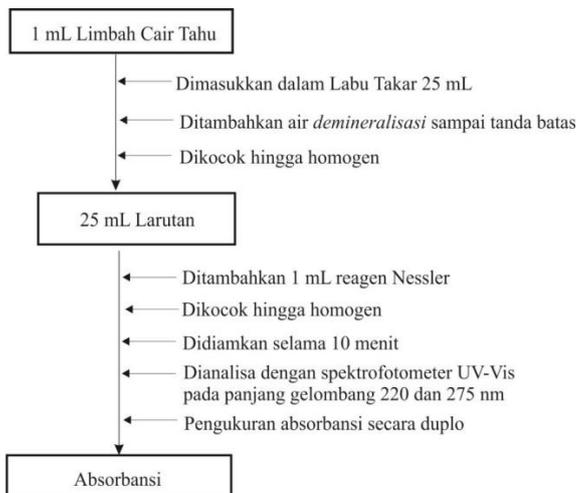
g. Optimasi Waktu Kontak Optimum terhadap Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu



h. Penentuan Kadar Ammonium



i. Penentuan Kadar Nitrat



Lampiran 2. Perhitungan Regresi Linear Kurva Standar

a) Perhitungan Regresi Linear Kurva Larutan Standar Ammonium

Persamaan Regresi Linear berupa $y = a + bx$, dengan nilai a dan b diperoleh dengan rumus berikut:

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

Dengan n = jumlah data

Berikut perhitungan persamaan regresi linear larutan standar yang digunakan:

Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	x ²	y ²	xy
1	0,025	1	0.000625	0.025
5	0,059	25	0.003481	0.0295
10	0,015	100	0.0225	1.5
15	0,254	225	0.064516	3.81
20	0,403	400	0.162409	8.06
Jumlah= 51	0,891	751	0.253531	13.69

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{(0,891)(751) - (51)(13,69)}{5(751) - (51)^2}$$

$$= \frac{-29,049}{1154} = -0,025172 = -0,0252$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{5(13,69) - (51)(0,891)}{5(751) - (51)^2}$$

$$= \frac{23,009}{1154} = 0,019938 = 0,0199$$

Nilai koefisien korelasi linear

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

$$\Sigma xy = \Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}$$

$$= 13,69 - \frac{(51)(0,891)}{5}$$

$$= 13,69 - (9,0882) = 4,6018$$

$$\Sigma x^2 = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}$$

$$= 751 - \frac{(51)^2}{5}$$

$$= 751 - 520,2 = 230,8$$

$$\Sigma y^2 = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}$$

$$= 0,253531 - \frac{(0,891)^2}{5}$$

$$= 0,253531 - 0,158776 = 0,0947548$$

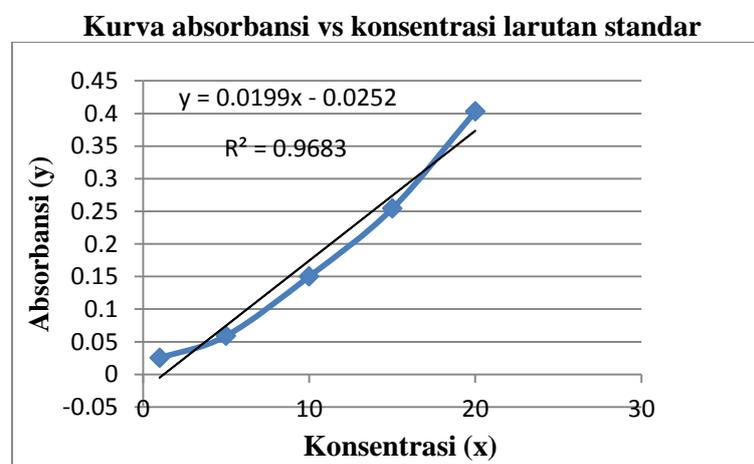
$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

$$= \frac{4,6018}{\sqrt{(230,8)(0,0947548)}}$$

$$= \frac{4,6018}{4,676474} = 0,9840$$

$$R^2 = 0,9840^2 = 0,96831 = 0,9683$$

Maka persamaan regresi linearnya adalah $y = 0,0199x - 0,0252$



b) Perhitungan Regresi Linear Kurva Larutan Standar Nitrat

Persamaan Regresi Linear berupa $y=a+bx$, dengan nilai a dan b diperoleh dengan rumus berikut:

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

Dengan n = jumlah data

Berikut perhitungan persamaan regresi linear kurva linear

x	y	x ²	y ²	xy
5	0.508	25	0.258064	2.54
10	0.673	100	0.452929	6.73
15	0.916	225	0.839056	13.74
20	1.122	400	1.258884	22.44
25	1.387	625	1.923769	34.675
Jumlah= 75	4.606	1375	4.732702	80.125

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{(4,606)(1375) - (75)(80,125)}{5(1375) - (75)^2}$$

$$= \frac{323,875}{1250} = 0,02591$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{5(80,125) - (75)(4,606)}{5(1375) - (75)^2}$$

$$= \frac{55,175}{1250} = 0,04414$$

Nilai koefisien korelasi linear

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

$$\Sigma xy = \Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}$$

$$= 80,125 - \frac{(75)(4,606)}{5}$$

$$=80,125-69,09=11,035$$

$$\Sigma x^2 = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}$$

$$=1375 - \frac{75^2}{5}$$

$$=1375-1125=250$$

$$\Sigma y^2 = \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}$$

$$=4,732702 - \frac{4,606^2}{5}$$

$$=4,732702-4,243047=0,489655$$

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

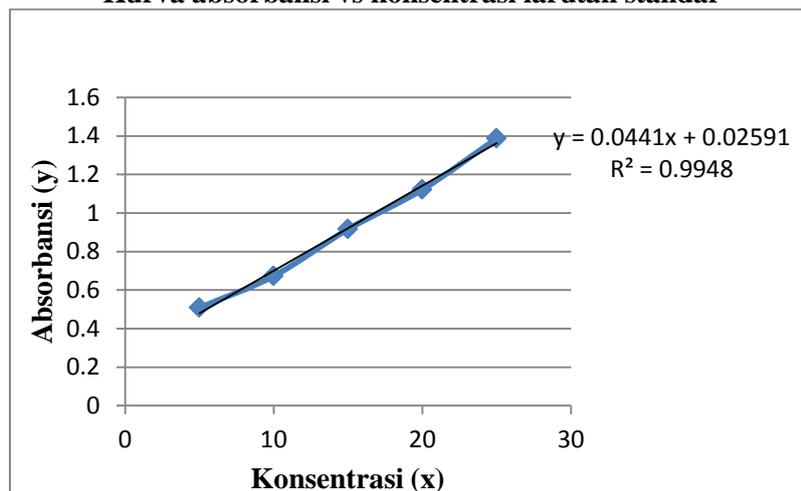
$$= \frac{11,035}{\sqrt{(250)(0,489655)}}$$

$$= \frac{52,2}{11,06407475} = 0,99737$$

$$R^2 = 0,9974^2 = 0,9948$$

Maka persamaan regresi linearnya adalah $y=0,0441x+0,02591$

Kurva absorbansi vs konsentrasi larutan standar



Lampiran 3. Contoh Perhitungan Konsentrasi Ammonium dan Nitrat

a. Contoh Perhitungan Konsentrasi Ammonium

Diketahui nilai absorbansi ammonium adalah 0,138. Persamaan regresi linearnya adalah $y=0,0199x-0,0252$. Maka dapat dicari nilai konsentrasi ammonium yang sesungguhnya.

$$\begin{aligned}A &= a b c \\0,138 &= 0,0199x - 0,0252 \\0,138 + 0,0252 &= 0,0199x \\0,1632 &= 0,0199x \\x &= \frac{0,1632}{0,0199} \\x &= 8,2\end{aligned}$$

x adalah konsentrasi ammonium setelah pengenceran 25 x

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi ammonium} &= \text{Konsentrasi setelah pengenceran} \times \text{faktor pengenceran} \\&= 8,2 \text{ ppm} \times 25 \\&= 205 \text{ ppm}\end{aligned}$$

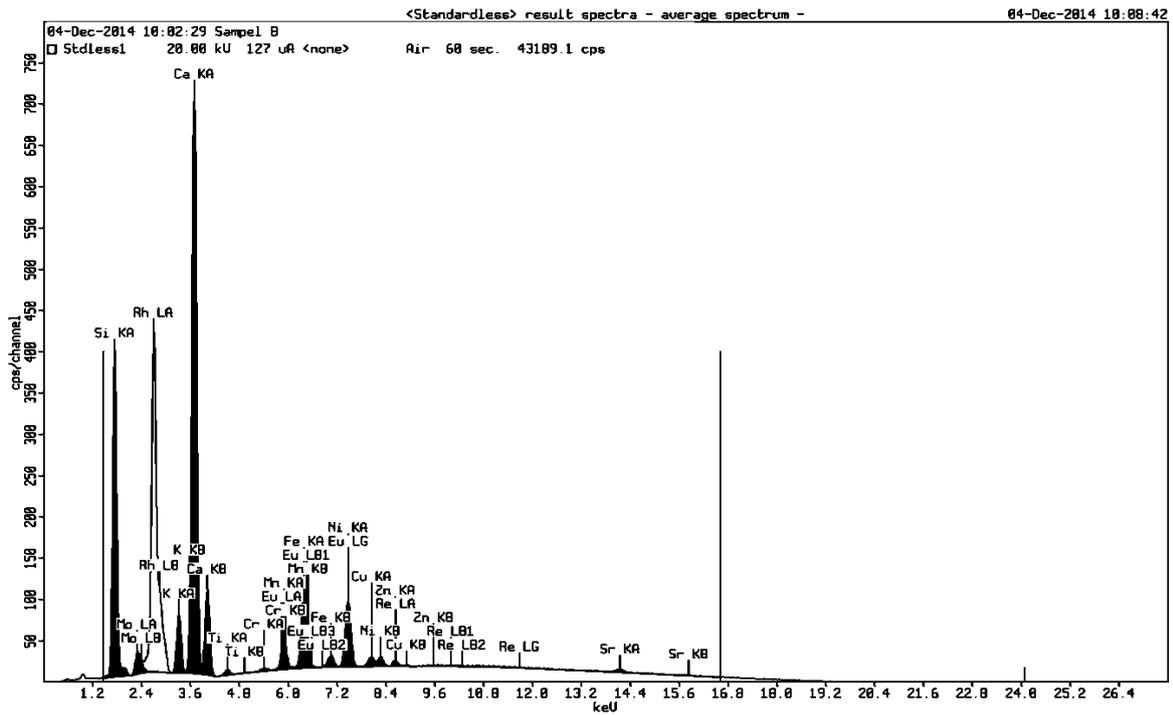
b. Contoh Perhitungan Konsentrasi Nitrat

Diketahui nilai absorbansi ammonium adalah 0,311. Persamaan regresi linearnya adalah $y=0,0441x+0,02591$. Maka dapat dicari nilai konsentrasi ammonium yang sesungguhnya.

$$\begin{aligned}A &= a b c \\0,311 &= 0,0441x + 0,02591 \\0,311 - 0,02591 &= 0,0441x \\0,0519 &= 0,0441x \\x &= \frac{0,28509}{0,0441} \\x &= 6,46\end{aligned}$$

x adalah konsentrasi nitrat, sehingga konsentrasi nitrat sebenarnya adalah 6,46 ppm.

Lampiran 4. Hasil XRF Abu Daun Bambu Petung



04-Dec-2014 10:07:40

Sample results - Averages

Page 1

Sample ident	
Sampel B	

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period - start	04-Dec-2014 09:54:10
Measurement period - end	04-Dec-2014 10:02:29
Position	2

Compound	Si	K	Ca	Ti	Cr	Mn
Conc	58.3 +/- 1.9	3.44 +/- 0.07	30.0 +/- 0.8	0.23 +/- 0.006	0.086 +/- 0.004	0.70 +/- 0.04
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Mo
Conc	1.65 +/- 0.08	1.24 +/- 0.07	0.20 +/- 0.01	0.07 +/- 0.005	0.42 +/- 0.006	4.98 +/- 0.19
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Eu	Re
Conc	0.12 +/- 0.04	0.2 +/- 0.02
Unit	%	%

Lampiran 5. Hasil XRD Silika Abu Daun Bambu Petung

X'Pert Graphics & Identify (searched) peak list: Emsal User-1
Date: 2/14/15 17:41

Description:
16 Februari 2015

Original scan: Emsal
Scan created: 1/1/90 05:33
Description of scan: 16 Februari 2015

Used wavelength: K-Alpha
Wavelength (Å): 1.54056

Peak search parameter set: **As Measured Intensities**
10/15/10 03:58

Set created: Minimum of 2nd derivative
Peak positions defined by: 0.00
Maximum peak tip width (°2Theta): 1.00
Peak base width (°2Theta): 2.00
Minimum significance: 0.60

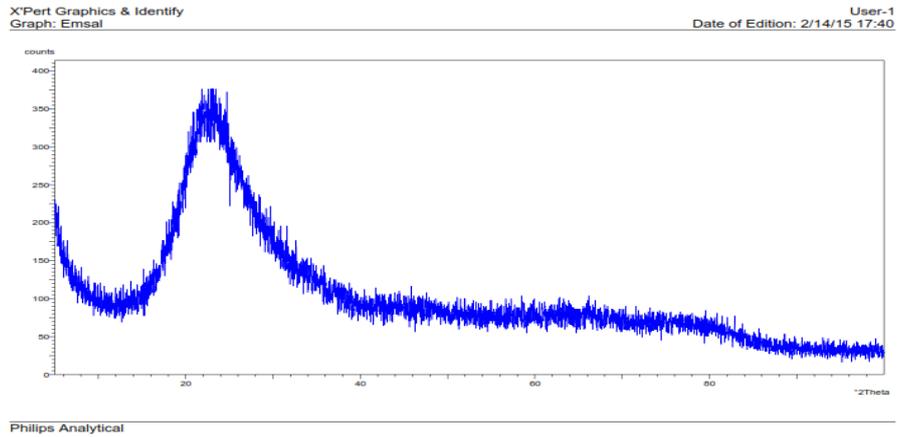
d-spacing (Å)	Relative Intensity (%)	Angle (°2Theta)	Peak Height (counts)	Background (counts)	Tip Width (°2Theta)	Significance
16.86177	100.00	5.23660	59.27	141.80	0.48000	1.09
3.85367	64.81	23.06013	38.41	309.75	0.24000	0.68
3.62598	61.65	24.53000	36.54	288.31	0.32000	0.73
2.37000	11.62	37.93270	6.89	98.10	0.40000	0.60
1.74625	9.37	52.34875	5.55	78.87	0.14000	0.65
1.51062	12.95	61.31566	7.68	76.63	0.10000	0.62

Philips Analytical Page: 1

X'Pert Graphics & Identify (searched) peak list: Emsal User-1
Date: 2/14/15 17:41

d-spacing (Å)	Relative Intensity (%)	Angle (°2Theta)	Peak Height (counts)	Background (counts)	Tip Width (°2Theta)	Significance
1.41169	18.45	66.13735	10.94	73.25	0.40000	0.65
1.40019	17.44	66.75104	10.34	73.12	0.28000	0.74

Philips Analytical Page: 2



Lampiran 6. Tabel JCPDS (Joint Committee Of Powder Diffraction Standard)

44-1394		Wavelength= 1.54060										C
SiO ₂		2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	
Silicon Oxide		7.597	999*	1	1	0	27.636	2	0	4	2	
		8.774	358	0	2	0	28.615	17	0	6	1	
		12.422	159	2	0	0	28.615	17	4	2	1	
		12.992	38	1	1	1	29.051	19	3	5	0	
		13.717	9	0	2	1	29.394	7	2	6	0	
		14.576	97	1	3	0	30.401	2	2	4	2	
		15.228	125	2	2	0	30.978	9	3	5	1	
		17.600	22	0	4	0	31.380	114	1	5	2	
		18.011	10	1	3	1	31.380	114	3	3	2	
		18.546	21	2	2	1	31.705	15	5	1	0	
		19.195	9	3	1	0	32.956	27	4	0	2	
		20.549	124	0	4	1	33.491	23	1	7	1	
		21.136	561	0	0	2	34.171	22	5	3	0	
		21.939	225	3	1	1	35.559	35	2	2	3	
		22.490	46	1	1	2	35.559	35	0	8	0	
		22.928	547	1	5	0	36.205	15	3	5	2	
		22.928	547	3	3	0	36.489	47	3	7	0	
		24.082	151	2	4	1	36.696	25	0	4	3	
		24.589	20	2	0	2	37.256	7	0	8	1	
		24.993	125	4	0	0	37.530	41	3	1	3	
		25.287	24	3	3	1	37.876	15	2	8	0	
		25.771	13	1	3	2	37.876	15	3	7	1	
		26.154	20	2	2	2	38.352	5	4	6	1	
		26.535	62	4	2	0	38.352	5	5	1	2	
Rad.: CuKα λ: 1.54060 Filter: d-sp. Calculated												
Cut off: 17.7 Int.: Calculated I/ICor.: 2.178												
Ref: Hoyle, S., Roy, D., Penn State University, University Park, Pennsylvania, USA, ICDD Grant-in-Aid, (1990)												
Sys.: Orthorhombic S.G.: Cmc21 (63)												
a: 14.24000 b: 20.14000 c: 8.40000 A: 0.7071 C: 0.4171												
α: β: γ: Z: 48 mp:												
Ref: Schlenker J., Rohrbaugh W., Chu, P., Zeolites, 5, 355 (1985)												
Dx: 1.988 Dm: 1.980 SS/FOM: F ₃₀ = 100(.0001 . 40)												
Peak height intensity. This phase contains organic material.												
R-factor: 0.091. PSC: oC144. To replace 42-391. Mwt: 60.08.												
Volume[CD]: 2409.07.												

2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l	2θ	Int	h	k	l
38.689	13	5	5	0	53.347	7	4	10	1	63.205	28	4	8	4	73.151	21	7	1	5
38.885	36	2	4	3	53.347	7	8	2	1	64.011	26	8	8	0	73.370	13	2	12	4
39.679	1	3	3	3	53.607	6	3	11	0	64.147	17	3	13	1	74.026	2	0	14	3
40.206	1	5	5	1	53.762	6	6	4	3	64.147	17	1	13	2	74.203	2	3	15	1
41.800	3	0	8	2	53.762	6	4	4	4	64.512	13	1	7	5	74.203	2	9	9	1
41.987	5	4	2	3	54.179	2	6	8	1	64.706	28	8	4	3	74.420	2	3	5	6
42.239	7	1	9	1	54.431	1	1	7	4	65.078	15	8	8	1	74.420	2	1	15	2
42.549	3	3	7	2	54.795	1	3	11	1	65.304	8	7	3	4	74.721	9	6	6	5
43.038	36	0	0	4	55.053	4	7	5	2	65.304	8	4	12	2	75.462	7	0	16	0
43.474	6	6	4	1	55.259	7	7	7	0	65.495	16	10	0	0	75.799	3	1	7	6
43.774	20	2	8	2	55.407	5	0	2	5	65.811	8	0	14	1	75.799	3	5	1	6
43.774	20	6	0	2	55.407	5	4	8	3	65.811	8	7	9	2	75.985	2	10	6	2
44.018	46	4	8	0	55.818	18	0	12	1	65.990	4	5	3	5	76.849	11	10	8	0
44.498	4	5	5	2	55.818	18	8	4	1	66.230	6	10	2	0	76.849	11	2	16	0
44.738	6	6	2	2	56.018	29	5	7	3	66.763	3	0	0	6					
44.738	6	7	1	0	56.018	29	7	1	3	66.903	3	0	8	5					
44.913	5	4	4	3	56.270	17	2	12	0	67.319	16	3	13	2					
44.974	6	0	10	0	56.423	6	7	7	1	67.505	13	9	7	0					
45.388	6	4	8	1	56.672	2	5	9	2	67.505	13	4	6	5					
45.619	13	1	7	3	56.875	3	8	2	2	68.227	17	8	8	2					
46.091	32	5	7	1	57.015	6	2	2	5	68.407	13	8	6	3					
46.091	32	7	1	1	57.421	3	2	12	1	68.407	13	6	12	0					
46.322	22	0	10	1	57.810	18	0	4	5	68.895	3	5	5	5					
46.322	22	1	9	2	57.810	18	6	6	3	68.895	3	7	11	0					
46.614	31	7	3	0	58.403	28	3	1	5	69.123	3	8	0	4					
46.844	20	2	10	0	58.651	19	2	8	4	69.440	4	6	12	1					
46.844	20	6	6	0	58.651	19	6	0	4	69.440	4	10	4	1					
47.469	4	5	3	3	59.382	26	2	4	5	69.666	11	5	11	3					
48.151	13	6	6	1	59.588	15	9	1	1	69.666	11	10	0	2					
48.594	2	0	8	3	59.781	4	8	6	1	69.795	7	6	10	3					
48.594	2	2	4	4	59.781	4	7	7	2	69.795	7	5	13	1					
49.319	28	4	8	2	60.021	4	3	3	5	70.324	6	1	9	5					
49.483	18	4	6	3	60.021	4	5	11	0	70.324	6	1	15	0					
50.197	14	0	10	2	60.215	3	6	10	0	70.507	5	4	12	3					
50.412	9	4	0	4	60.790	3	7	5	3	71.042	2	7	9	3					
51.010	4	5	5	3	60.790	3	2	12	2	71.042	2	2	4	6					
51.277	4	4	2	4	60.983	5	4	12	0	71.214	3	6	4	5					
51.441	5	1	11	1	61.127	6	5	11	1	71.395	2	1	15	1					
51.441	5	7	5	1	61.319	4	6	10	1	71.607	5	1	5	6					
51.711	16	7	3	2	61.559	2	7	9	0	71.607	5	3	3	6					
51.924	11	5	9	0	61.692	2	0	6	5	71.968	3	8	4	4					
52.139	5	8	2	0	62.268	16	5	9	3	72.489	3	4	0	6					
52.714	7	1	9	3	62.649	10	7	9	1	72.489	3	6	12	2					
52.982	6	6	8	0	63.071	24	3	13	0	72.624	3	4	8	5					
53.138	11	5	9	1	63.205	28	2	6	5	73.151	21	5	7	5					

Lampiran 7. Hasil Uji Luas Permukaan

Isotherm Data					
Relative Pressure	Volume	Relative Pressure	Volume	Relative Pressure	Volume
	[cc/g]		[cc/g]		[cc/g]
4.75800e-02	0.7644	6.98679e-01	2.1617	7.99450e-01	2.7387
7.19090e-02	0.8579	7.51693e-01	2.3462	7.50253e-01	2.4675
9.81820e-02	0.9322	7.99840e-01	2.5620	6.95523e-01	2.2510
1.24497e-01	0.9942	8.50463e-01	2.8764	6.54163e-01	2.1196
1.46564e-01	1.0386	8.71189e-01	3.0641	5.91319e-01	1.9512
1.74375e-01	1.0943	8.95724e-01	3.3510	5.51456e-01	1.8558
1.96811e-01	1.1354	9.20614e-01	3.7848	5.03599e-01	1.7497
2.20005e-01	1.1769	9.47085e-01	4.5888	4.42478e-01	1.6150
2.48959e-01	1.2270	9.61349e-01	5.3052	3.95430e-01	1.5223
2.71444e-01	1.2656	9.70251e-01	5.9016	3.46389e-01	1.4308
2.97709e-01	1.3115	9.80798e-01	6.7825	2.99866e-01	1.3458
3.48098e-01	1.3973	9.90650e-01	8.0097	2.52981e-01	1.2595
3.96203e-01	1.4817	9.51348e-01	6.2748	2.03790e-01	1.1673
4.46429e-01	1.5735	9.28473e-01	5.2418	1.50224e-01	1.0597
5.01705e-01	1.6610	9.02562e-01	4.2617	1.04622e-01	0.9535
5.47697e-01	1.7757	8.75729e-01	3.6293	4.28630e-02	0.7430
5.95752e-01	1.8831	8.49272e-01	3.1962		
6.49886e-01	2.0197	8.27156e-01	2.9569		

Multi-Point BET

Data Reduction Parameters Data			
Adsorbate	Nitrogen	Temperature	77.350K
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å²
		Liquid Density:	0.808 g/cc

Multi-Point BET Data					
Relative Pressure	Volume@STP	1 / [W((Po/P) - 1)]	Relative Pressure	Volume@STP	1 / [W((Po/P) - 1)]
[P/Po]	[cc/g]		[P/Po]	[cc/g]	
4.75800e-02	0.7644	5.2288e+01	1.96811e-01	1.1354	1.7268e+02
7.19090e-02	0.8579	7.2262e+01	2.20005e-01	1.1769	1.9176e+02
9.81820e-02	0.9322	9.3445e+01	2.48959e-01	1.2270	2.1616e+02
1.24497e-01	0.9942	1.1444e+02	2.71444e-01	1.2656	2.3554e+02
1.46564e-01	1.0386	1.3229e+02	2.97709e-01	1.3115	2.5662e+02
1.74375e-01	1.0943	1.5442e+02			

BET summary	
Slope =	819.706
Intercept =	1.255e+01
Correlation coefficient, r =	0.999892
C constant =	66.301
Surface Area =	4.184 m²/g

BJH Pore Size Distribution Adsorption Data						
Radius	Pore Volume	Pore Surf Area	dV(r)	dS(r)	dV(logr)	dS(logr)
[Å]	[cc/g]	[m²/g]	[cc/Å/g]	[m²/Å/g]	[cc/g]	[cc/g]
15.1717	1.4992e-04	1.9764e-01	9.3855e-05	1.2372e-01	3.2757e-03	4.3182e+00
16.9180	3.1378e-04	3.9135e-01	8.6459e-05	1.0221e-01	3.3645e-03	3.9774e+00
19.0880	5.0675e-04	5.9354e-01	7.8933e-05	8.2705e-02	3.4645e-03	3.6300e+00
21.5205	6.7423e-04	7.4918e-01	6.9199e-05	6.4307e-02	3.4252e-03	3.1832e+00
24.2521	8.6341e-04	9.0519e-01	6.2171e-05	5.1270e-02	3.4672e-03	2.8593e+00
27.9341	1.1049e-03	1.0781e+00	5.5898e-05	4.0021e-02	3.5882e-03	2.5691e+00
32.6466	1.3554e-03	1.2316e+00	4.9079e-05	3.0067e-02	3.6818e-03	2.2556e+00
39.0200	1.6807e-03	1.3983e+00	4.2555e-05	2.1812e-02	3.8112e-03	1.9534e+00
47.9493	2.0653e-03	1.5587e+00	3.7647e-05	1.5703e-02	4.1407e-03	1.7271e+00
61.7732	2.6294e-03	1.7413e+00	3.2361e-05	1.0477e-02	4.5723e-03	1.4803e+00
75.9462	2.9738e-03	1.8321e+00	3.1559e-05	8.3109e-03	5.5093e-03	1.4508e+00
90.5634	3.4993e-03	1.9481e+00	2.8683e-05	6.3343e-03	5.9608e-03	1.3164e+00
114.6142	4.2923e-03	2.0865e+00	2.6628e-05	4.8465e-03	6.9876e-03	1.2193e+00
160.2996	5.7384e-03	2.2669e+00	2.3480e-05	2.9295e-03	8.5589e-03	1.0679e+00
224.8546	6.9973e-03	2.3789e+00	1.8644e-05	1.6583e-03	9.5801e-03	8.5211e-01
295.8996	8.0233e-03	2.4482e+00	1.3759e-05	9.3001e-04	9.3249e-03	6.3028e-01
421.7408	9.4993e-03	2.5182e+00	8.3335e-06	3.9520e-04	7.9723e-03	3.7806e-01
772.6065	1.1490e-02	2.5698e+00	3.7948e-06	9.8233e-05	6.4830e-03	1.6782e-01

BJH adsorption summary	
Surface Area =	2.570 m²/g
Pore Volume =	0.011 cc/g
Pore Radius Dv(r) =	15.172 Å

Average Pore Size summary	
Average pore Radius =	5.92175e+01 Å

Lampiran 8. Foto-foto Penelitian



Daun Bambu Petung



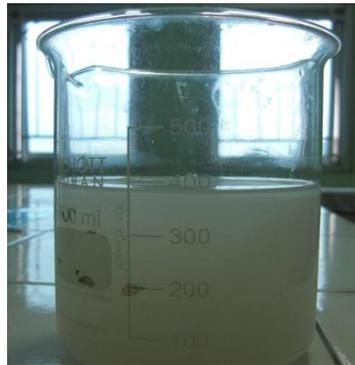
Abu Daun Bambu Petung



Abu + NaOH



Larutan Natrium Silikat



Silika Gel



Silika Setelah Kalsinasi



Aplikasi pada Limbah



Ayakan



Mortal



Instrumen XRF



Instrumen XRD



Instrumen SAA



KEMENTERIAN AGAMA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. (024) 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

Nomor : In.06.3/DI/TL.00./6002/2014

Semarang, 17 November 2014

Lamp : -

Hal : Mohon Izin Riset

A.n : Agus Priyanto

NIM : 113711007

Yth.

PLP Laboratorium Kimia IAIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamualaikum, Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami hadapkan mahasiswa :

Nama : Agus Priyanto

NIM : 113711007

Alamat : Jalan Wahyu Asri Selatan 2 No. D 12 Ngaliyan Semarang

Judul Skripsi : **PENGARUH PENGGUNAAN SILIKA DARI ABU DAUN BAMBUS PETUNG (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) TERHADAP PENURUNAN KADAR AMMONIUM DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR TAHU**

Pembimbing : 1. Wirda Udaibah, M.Si
2. Nur Hayati, S.Pd, M.Si

Bahwa mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusunnya, dan oleh karena itu kami mohon diberi izin riset selama 1 bulan, pada tanggal 18 November sampai dengan tanggal 18 Desember 2014.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

An. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik

Dr. H. Shodiq, M. Ag
NIP. 19681205 199403 1 003

Tembusan:

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Walisongo Semarang