

**PENENTUAN PARAMETER ADSORPSI SILIKA SINTETIK  
DARI CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP  
KANDUNGAN AMMONIUM PADA LIMBAH CAIR TAHU**

**Rizki Karimullah\*<sup>1</sup>, Rina Elvia<sup>2</sup>, Hermansyah Amir<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Kimia JPMIPA FKIP

Universitas Bengkulu

\*<sup>1</sup>e-mail : karimirizki31@gmail.com



*Abstract*

**[DETERMINATION OF SYNTHETIC SILICA ADSORPTION PARAMETERS OF OIL PALM SHELLS AGAINST THE CONTENT OF AMMONIUM ON LIQUID TOFU WASTE]** This research aims to determine adsorption capacity of synthetic silica synthesized from Palm Oil (*Elaeis guineensis* Jacq) shells ashes against the content of Ammonium on tofu liquid waste . The shell sample soaked in a solution of HCl 10% for 2 hours, charred at a temperature of 300 °C for 3 hours ago ashed at 600 °C for 2 hours. Then ash soaked with HCl 1.2 M for 24 hours. Taken 120 g of ash shells and then mixed right while heated with 160 mL 4 M NaOH. The residue obtained is heated at a temperature of 5000 °C for 30 minutes, cooled to room temperature and retrieved the Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> particle. The particle then dissolved into 200 ml aquademin and settled at 12 hours, filtered and filtratnya ditetesi with HCL 1 M while stirring, until the white gel is formed and settled in the next 24 hours, filtered, and dried at a temperature of 120 °C for 2 hours, an silica powder obtained as result. Ammonium Adsorption is done with mass variation 0.125, 0.25, 0.5, 0.75, and 1 g silica as well as variations of the contact time of 15, 30, 60, 90, and 120 minutes. The results showed Ammonium adsorption at tofu liquid waste by silica synthesis from the Palm Oil shell ashes occurs with a maximum mass of 0.25 g and optimum contact time of 30 minutes with a capacity of adsorption of 2.581 mg/L and 3,154 mg/L as well as with adsorption efficiency at 61.9% and 76.8%.

**Keywords:** Silica, Palm oil shells, Adsorption, Ammonium.

*Abstrak*

Penelitian ini bertujuan untuk menenentukan kapasitas adsorpsi dari silika sintetik dari abu cangkang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap kandungan Ammonium pada limbah cair pembuatan tahu. Sampel cangkang direndam dahulu pada larutan HCl 10% selama 2 jam, diarangkan pada suhu 300 °C selama 3 jam lalu diabukan pada suhu 600 °C selama 2 jam. Selanjutnya abu direndam dengan HCl 1,2 M selama 24 jam. Cangkang abu sebanyak 120 g dicampurkan sambil dipanaskan dengan 160 mL larutan NaOH 4M. Residu yang diperoleh kemudian dipanaskan pada suhu 500 °C selama 30 menit, didinginkan hingga temperatur kamar dan diperoleh kristal Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Kristal dilarutkan kembali kedalam 200 ml aquademin dan didiamkan selama 12 jam, disaring dan filtratnya ditetesi dengan larutan HCL 1 M sambil diaduk, hingga terbentuk gel putih dan didiamkan kembali selama 24 jam, selanjutnya disaring, dan dikeringkan pada suhu 120 °C selama 2 jam, sehingga diperoleh serbuk silika. Adsorpsi Ammonium pada limbah cair tahu dilakukan menggunakan variasi massa 0.125, 0.25, 0.5, 0.75, dan 1 g adsorben dengan variasi waktu kontak 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi Ammonium pada limbah cair pembuatan tahu oleh adsorben silika yang disintesa dari abu cangkang Kelapa Sawit diperoleh pada massa optimum sebesar 0.25 g dengan waktu kontak optimum 30 menit serta dengan kapasitas adsorpsi yang diperoleh sebesar 2,581 mg/L dan 3.154 mg/L serta dengan efisiensi adsorpsi sebesar 61.9 % dan 76.8 %.

**Kata kunci:** Silika, Cangkang kelapa sawit, Adsorpsi, Ammonium.

**PENDAHULUAN**

Tahu adalah bahan pangan yang berasal dari kedelai yang harganya relatif murah dan mengandung nilai gizi yang tinggi khususnya protein sehingga sangat diminati oleh masyarakat [1]. Tidak dapat dihindari adalah bahwa suatu usaha industri pangan akan juga

sekaligus menghasilkan produk samping, dimana dalam industri tahu adalah berupa limbah cair [2]. Limbah cair dari industri pembuatan tahu diketahui mengandung bahan-bahan organik dalam jumlah yang besar terutama berbentuk senyawa lemak, karbohidrat dan protein [3]. Proses penguraian protein yang terdapat pada tahu terjadi akibat dilakukannya proses

pemanasan sehingga akan menghasilkan asam amino [4]. Asam amino yang terlarut akan terbawa kedalam cairan limbah dimana selanjutnya akan terurai lebih lanjut menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) [5] yang pada waktu tertentu akan berubah lagi menjadi senyawa ammonium yang larut air [6]. Keberadaan gas oksigen yang terlarut didalam air, maka senyawa ammonium terlarut akan teroksidasi lebih lanjut menjadi senyawa Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) [7]. Keberadaan senyawa nitrat dan nitrit ini didalam limbah pembuatan tahu akan terpantau pada lingkungan sekitar berupa gas berbau busuk sehingga mengakibatkan suasana tidak nyaman bagi masyarakat di sekitar kawasan industri tahu [8].

Salah satu tanaman yang saat ini banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi adalah tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) [9]. Pada proses pengolahan untuk mengambil kandungan *Crude Palm Oil* (CPO) dari tanaman kelapa sawit akan juga menghasilkan beberapa produk samping berbentuk limbah sisa hasil pengolahan berupa limbah padat dan limbah cair [10], antara lain adalah limbah padat tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serabut (fiber), dan cangkang kelapa sawit [11], serta limbah cair yang dikenal sebagai *Palm Oil Mill Effluent* (POME) [12]. Salah satu limbah padat pada industri kelapa sawit yang belum secara maksimal dimanfaatkan adalah cangkang kelapa sawit [13]. Cangkang kelapa sawit diketahui banyak mengandung silika, yang merupakan jumlah terbanyak dibandingkan limbah padat industri minyak sawit lainnya [14]. Besarnya kandungan unsur yang terdapat pada cangkang kelapa sawit antara lain adalah Si 58.02%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8.7%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2.6%, CaO 12.65%, MgO 4.23%,  $\text{Na}_2\text{O}$  0.41%,  $\text{K}_2\text{O}$  0.72%, dan  $\text{H}_2\text{O}$  1.97% [15].

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul  $\text{SiO}_2$  (silika dioksida) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis [16]. Kristal silika banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi di antaranya sebagai penyerap, dan penopang katalis [17]. Selain itu adanya gugus  $-\text{OH}$  yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan gugus yang sama dari molekul yang lain menyebabkan silika dapat digunakan sebagai pengering dan fase diam pada kolom kromatografi atau adsorben [18]. Pada penelitian sebelumnya adsorpsi ammonium dilakukan dengan menggunakan beberapa adsorben seperti karbon aktif dari bagasse [19], dan ampas kopi [20].

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kapasitas adsorpsi silika dari cangkang kelapa sawit untuk adsorpsi ammonium pada penentuan massa dan waktu kontak optimum.

## METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan untuk sintesis silika adalah cangkang kelapa sawit. Pemurnian sampel dilakukan dengan menggunakan HCl 10% selama 2 jam untuk membuang senyawa pengotor. Selanjutnya cangkang diarangkan pada suhu  $300^\circ\text{C}$  selama 3 jam dan selanjutnya diabukan pada tanur pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya abu direndam dengan HCl 1,2 M selama 24 jam. Tahap ekstraksi  $\text{SiO}_2$  dengan Metode *sol-gel* dilakukan dengan menggunakan 120 g abu cangkang sawit hasil pemurnian, yang dicampurkan dengan NaOH 4 M sebanyak 160 ml dan dimasukkan ke dalam gelas kimia dan diaduk sambil dipanaskan, selanjutnya residu dibakar pada suhu  $500^\circ\text{C}$  di dalam tanur selama 30 menit, lalu didinginkan hingga temperatur kamar dan diperoleh kristal padat berwarna putih sebagai natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).

Kristal padat yang diperoleh dilarutkan dengan 200 ml aquademin dan didiamkan selama 12 jam, selanjutnya disaring dengan kertas saring dan filtrate yang dihasilkan ditetesi HCl 1 M sambil diaduk, hingga terbentuk gel putih dan didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya, gel yang dihasilkan disaring dan dicuci dengan aquademin beberapa kali, dan selanjutnya dikeringkan dengan oven hingga temperatur  $120^\circ\text{C}$  selama 2 jam, sehingga diperoleh serbuk silika, selanjutnya serbuk dihaluskan dengan mortar dan ditimbang. Selanjutnya silika digunakan untuk mengadsorpsi ammonium.

Pembuatan larutan standar ammonium dilakukan dengan membuat larutan baku dengan konsentrasi 100 ppm terlebih dahulu dengan melarutkan 0,010 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  di dalam labu ukur 100 mL dengan penambahan aquades hingga tanda batas. Dari larutan baku selanjutnya divariasikan menjadi larutan standar dengan konsentrasi Ammonium masing-masing sebesar 1, 5, 10, 15, 20 ppm.

Penentuan panjang gelombang optimum untuk larutan ammonium dilakukan dengan cara mengukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada konsentrasi 20 ppm. Panjang gelombang optimum, yaitu panjang gelombang pada absorbansi

maksimum. Pembuatan kurva standar ammonium dilakukan dengan menempatkan larutan ammonium klorida pada konsentrasi 1, 5, 10, 15, dan 20 ppm dimana masing-masing larutan ditambahkan dengan 15 tetes reagen Nessler, dan campuran didiamkan selama 10 menit untuk selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dengan menggunakan spektrofotometer visible. Data yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva hubungan antara konsentrasi larutan ammonium terhadap absorbansi.

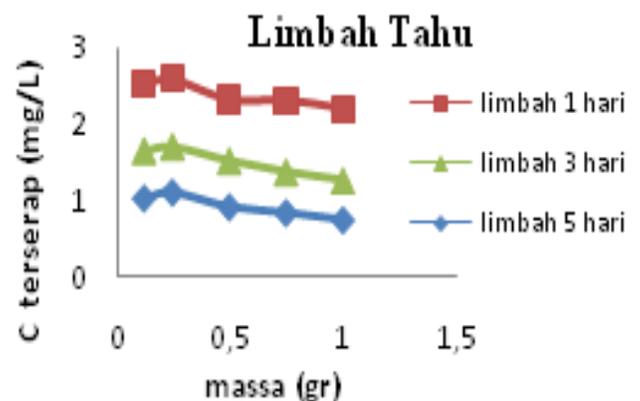
Penentuan massa optimum dari adsorben silika dilakukan dengan menimbang masing-masing sebanyak 0.125: 0.25: 0.5: 0,75 dan 1 g serbuk silika yang selanjutnya masing-masing dimasukkan ke dalam 20 ml limbah cair tahu yang telah berusia 1, 3 dan 5 hari dan dikocok. Larutan selanjutnya disaring dengan kertas saring, dan filtrat yang dihasilkan masing-masing ditambahkan dengan reagen Nessler 15 tetes dan didiamkan 10 menit, serta selanjutnya diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menimbang sebanyak massa optimum silika yang diperoleh dari percobaan sebelumnya, selanjutnya dimasukkan ke dalam 20 ml limbah cair tahu, masing-masing dengan variasi waktu kontak selama 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Selanjutnya endapan disaring dengan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan ditambahkan dengan reagen nessler 15 tetes dan didiamkan 10 menit, dan diukur pada spektrofotometer UV-Vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dari pemurnian sampel yaitu cangkang direndam dengan HCl 10 % selama 2 jam. Proses ini dinamakan juga proses *leaching*, yang bertujuan untuk memisahkan senyawa pengotor selain  $\text{SiO}_2$ , dimana HCl sebagai asam kuat akan mampu untuk melarutkan beberapa kandungan senyawa logam yang terdapat pada cangkang [21]. Selanjutnya cangkang sawit diarangkan dan diabukan di dalam tanur. Abu yang diperoleh selanjutnya direndam dalam larutan HCl 1,2 M selama 24 jam, dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor selain  $\text{SiO}_2$  yang masih tersisa. Proses pembuatan Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dilakukan dengan menggunakan metode *sol-gel* yang berfungsi untuk memisahkan ikatan

kimia Si dengan unsur-unsur lain yang terdapat di dalam struktur silika dan mengikat silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dengan menggunakan NaOH. Penetesan sedikit demi sedikit HCl 1 M ini pada filtrat dapat membuat larutan menjadi keruh keputihan, akibat terbentuknya gel – gel silika yang berukuran kecil dalam larutan. Penambahan HCl 1 M sampai terbentuk gel didasarkan pada sifat silika yang tidak larut dalam asam. Tahap selanjutnya, larutan didiamkan dan disaring, dikeringkan dan dihaluskan dengan mortar untuk memperluas permukaan silika. Silika yang diperoleh digunakan untuk mengadsorpsi ammonium. Penentuan massa optimum ammonium dilakukan untuk menentukan massa yang paling baik dalam proses adsorpsi. Pada penentuan massa optimum ini digunakan beberapa variasi massa yaitu 0.125 :0.25: 0.5: 0.75, dan 1 g. Kurva hasil penentuan massa optimum adsorpsi ammonium dengan silika gel dari cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah.



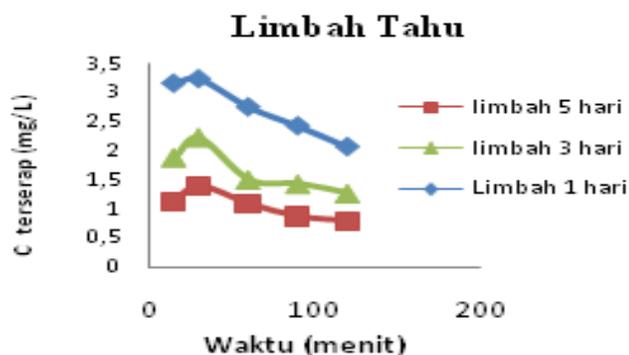
Gambar 1. Massa optimum adsorpsi Silika Gel pada limbah tahu

Berdasarkan Gambar 1 diatas dapat diketahui bahwa massa optimum adsorpsi ammonium dengan silika gel dari cangkang kelapa sawit terdapat pada massa 0.25 g. Pada massa 0.25 g, konsentrasi ammonium yang terserap merupakan yang paling tinggi yaitu sebesar 2,581 mg/L dan dengan efisiensi adsorpsi sebesar 61,9%.

Massa optimum adsorpsi Ammonium dengan silika gel terdapat pada massa 0.25 g. Pada massa yang lebih tinggi dari 0.25 g akan menyebabkan adsorben mengalami penggumpalan (aglomerasi), yang mengakibatkan konsentrasi ammonium yang terserap

semakin berkurang sehingga semakin banyak serbuk silika gel yang ditambahkan semakin sedikit ammonium yang terserap [22]. Hal ini berarti bahwa peningkatan jumlah adsorben akan menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi dari amonium yang teradsorpsi [23]. Penurunan dari konsentrasi amonium teradsorpsidisebabkan ammonium yang terserap oleh silika gel lebih besar dibandingkan konsentrasi ammonium yang tersisa dalam limbah [24].

Penentuan waktu kontak optimum ammonium pada limbah cair tahu ini dilakukan untuk mengetahui waktu kontak ammonium yang paling baik dalam proses adsorpsi. Pada penentuan waktu kontak optimum ini, digunakan massa optimum yang telah diperoleh yaitu pada 0.25 g. Kurva hasil penentuan waktu kontak optimum adsorpsi ammonium limbah cair tahu yang berumur 1, 3, dan 5 hari dengan silika gel dari cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Waktu kontak optimum Silika Gel

Dari Gambar 2 di atas dapat diketahui bahwa waktu optimum adsorpsi ammonium limbah cair tahu yang berumur 1,3,dan 5 hari dengan silika gel dari cangkang kelapa sawit terdapat pada waktu kontak selama 30 menit. Pada waktu kontak selama 30 menit, ammonium yang terserap merupakan yang paling tinggi yaitu sebesar 3.154 mg/L dengan efisiensi adsorpsi sebesar 76.8%. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa pada waktu kontak selama 30 menit jumlah ammonium yang terserap semakin banyak.

Waktu optimum adsorpsi ammonium dengan silika pada waktu kontak selama 30 menit, sedang-

kan pada waktu kontak 120 menit memiliki konsentrasi ammonium yang terserap merupakan yang paling kecil yaitu sebesar 2.068 mg/L dengan efisiensi adsorpsi sebesar 49%. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu kontak akan semakin banyak molekul silika gel yang bertumbukan dan berinteraksi dengan ammonium sehingga adsorpsi meningkat [25]. Pada waktu kontak diatas 30 menit terlihat terjadi penurunan kemampuan adsorpsi. Hal ini terjadi karena lapisan luar pada permukaan adsorben telah jenuh sehingga tidak mampulagi didalam mengadsorpsi ammonium[26]. Selain itu, permukaan dari silika gel juga memiliki kapasitas adsorpsi yang berbeda-beda [27].

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa massa optimum penyerapan ammonium oleh silika gel hasil sintesis dari cangkang kelapa sawit yaitu pada massa 0.25 g dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2.581 mg/L dan efisiensi adsorpsi sebesar 61.9 %. Waktu Kontak optimum silika gel hasil sintesis dari cangkang kelapa sawit menyerap ammonium yaitu pada waktu kontak 30 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3.154 mg/L dan efisiensi adsorpsi sebesar 76.8 %.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka tahapan selanjutnya dan perbaikan yang perlu dilakukan adalah untuk meningkatkan daya serap silika gel terhadap limbah lain, perlu dilakukan modifikasi pada proses pembuatan silika gel khususnya pada saat pengabuan dan penghilangan pengotor yang terkandung didalam bahan baku..

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kartikorini, N., Pengaruh Lama Perendaman Dengan Perasan Jeruk Lemon Dan Garam Dapur Terhadap Kadar Protein Tahu, *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 2017:1(2):1-8.
2. Herlambang, A., Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. Samarinda: Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi

- Lingkungan(BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.*Jurnal Pengolahan Sampah*,2002:4(2):146-158.
3. Marhadi, Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu Di Kecamatan Dendang Kabupaten Tanjung Jabung Timur, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 2016: 16(1):59-67.
  4. Cai, T., and Chang, K.C., Processing Effect on Soybean Storage Proteins and Their Relationship with Tofu Quality. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* , 1997:49(3):3068-3073.
  5. Dahruji, Pipit Festy Wilianarti, Totok Hendarto, Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran, *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2017:1(1):36 – 44.
  6. Hibban, M., Arya Rezagama, Purwono, Studi Penurunan Konsentrasi Amonia Dalam Limbah Cair Domestik Dengan Teknologi Biofilter Aerob media Tubular Plastik Pada Awal Pengolahan , *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2016:5(2): 1-9.
  7. Djokosetiyanto,D.,A.Sunarma, Widanarni., Perubahan Ammonia (NH<sub>3</sub>-N), Nitrit (NO<sub>2</sub>-N) dan Nitrat (NO<sub>3</sub>-N) Pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) di Dalam Sistem Resirkulasi *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2006 :5(1): 13-20.
  8. Azhari, M., Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan, *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2016 :1(2):1-8.
  9. Sepindjung, B., Ridwan Hanan, Ferry Andrian, Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Berbagai Perbandingan Media Tanam di Pre Nursery, *Jurnal Triargo*, 2016:1(1): 1-6.
  10. Haryanti, A., Norsamsi, Putri Suci Fanny Sholiha, Novy Pralisa Putri, Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit, *Konversi*, 2014 :3(2):20-29.
  11. Puspita ,M, M. Lutfi Firdaus, Nurhamidah, Pemanfaatan Arang Aktif Sabut Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Zat Warna Sintesis *Reactive Red-120* dan *Direct Green-26*, *Alotrop*,2017:1(1):75-79.
  12. Sari, D.K., Agus Sundaryono, Dewi Handayani, Uji Biofuel Hasil Perengkahan Metil Ester Dari Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis MoNi/HZ , *Alotrop*, 2017:1(2):127-131.
  13. Kurniarti, E. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal teknik kimia UNP*, 2008: 8(2):1-8.
  14. Misbah, Ali Syamsu Akbar., Pengaruh Perendaman Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi Dengan Abu Cangkang Sawit dan Kapur Pada Infrastruktur Jalan, *Jurnal Momentum*, 2017: 19(1): 47-55.
  15. Gultom, E.M., M. Turmuzi Lubis, Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2014:3(1):5-10.
  16. Madina, F.E., Rina Elvia., I Nyoman Chandra., Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna *Rhodamine B*. *Alotrop* , 2017,1(2): 98-101.
  17. Sianitaa, M., Choiril Azmiyawati, Adi Darmawan, Uji Aktivitas Fotokatalis Genteng Berglasir Silika/TiO<sub>2</sub> terhadap Degradasi Larutan Indigo Carmine, Metanil Yellow dan Rhodamin, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 2017:20(2):53 – 57.
  18. Sudiarta, I.W., Ni Putu Diantariani dan Putu Suarya, Modifikasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Ligan Difenilkarbazon, *Jurnal Kimia*, 2013:7(1):57-63.

19. Purnawan, C., Tri Martini, Shofiatul Afidah., Penurunan Kadar Protein Limbah Cair Tahu Dengan Pemanfaatan Karbon Bagasse Teraktivasi. *J. Manusia dan Lingkungan*, 2014:21(2):143-149.
  20. Irmanto., Suyata., Penurunan Kadar ammonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu menggunakan arang Aktif Dari Ampas kopi, *Molekul*, 2009:4(2): 105-114.
  21. Pausa, Y., Mariana B.M, Yudha Arman., Optimasi Tingkat Kemurnian Silika SiO<sub>2</sub> Dari Abu Cangkang Sawit Berdasarkan Konsentrasi Pengasaman, *Prisma Fisika*, 2015:3 (1):1-4.
  22. Suminten, N.K., I Wayan Sudiarta, I Nengah Simpen, Adsorpsi Ion Logam Cr(III) Pada Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (Si-DPZon), *Jurnal Kimia*, 2014:8(2):231-236.
  23. Fahmi , H., Abdul Latif Nurfalalah, Analisa Daya Serap Silika Gel Berbahan Dasar Abu Sekam Padi , *Jurnal Ipteks Terapan Research of Applied Science and Education*, 2016:10(3):176-182.
  24. Yusrin AF., EB Susatyo, FW Mahatmanti, Perbandingan Kemampuan Silika Gel Dari Abu Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Logam Cd<sup>2+</sup>, *Jurnal MIPA*, 2014 : 37(2):154-162.
  25. Simatupang, L., Devy Putri Oktavia ; Maryati Doloksaribu, Adsorpsi logam berat Pb(II) oleh adsorben berbasis silika dari abu vulkanik gunung Sinabung, *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2017:9(2): 330-335.
  26. Sari, R.A, M. Lutfi Firdaus, Rina Elvia., PenentuankesetimbanganTermodinamika dan kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna *Reactive Blue* dan *Direct Blue*. *Alotrop*, 2017:1(1):10-14..
  27. Ramadhan, N. I, Munasir, Triwikantoro., Sintesis dan Karakteristik Serbuk SiO<sub>2</sub> dengan Variasi Ph dan Molaritas Berbahan Dasar Pasir Bancar, Tuban, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2014:3 : 15-17.
- Penulisan Sitasi Artikel Ini ialah  
Karimullah, R., Rina Elvia, Hermansyah Amir., Penentuan Parameter Adsorpsi Silika Sintetik Dari Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kandungan Ammonium Pada Limbah Cair Tahu, *Alotrop*, 2018:2(1):66-71.