

Pengaruh Aktivator HCL dalam Arang Tempurung Kelapa Guna Menurunkan Kadar COD, BOD, dan TSS pada Limbah Cair Tahu

Kharismatun Nafa¹, Siti Khuzaimah^{1*}

Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap

Program Studi Teknik Kimia

Jl. Kemerdekaan Barat No. 17 Gligir, Kesugihan 53274, Cilacap

E-mail: sitikhuzaimah@unugha.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani, khususnya di wilayah Cilacap Jawa Tengah. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera*. L) merupakan tanaman tropis yang tumbuh subur di Indonesia dan dikenal oleh masyarakat dan memiliki berbagai kegunaan. Namun, pemanfaatan tanaman kelapa umumnya hanya terbatas pada daging buahnya saja untuk diolah menjadi santan, sehingga bagian lain dari tanaman kelapa, seperti tempurung kelapa cenderung berpotensi sebagai limbah dan kurang dimanfaatkan secara optimal[1]. Tempurung kelapa dapat dijadikan arang aktif menggunakan aktivator HCL dengan metode yang sederhana dan ekonomis. Jumlah konsentrasi aktivator yang digunakan adalah 1N dan 3N. Dengan menggunakan metode adsorpsi dan filtrasi untuk mengolah limbah cair tahu didapatkan penurunan kadar COD, BOD, dan TSS yang berbeda. Pada penggunaan aktivator HCL 1N didapat hasil penurunan COD, BOD, dan TSS secara berurutan sebesar 20%, 23%, dan 73%. Hasil tersebut diperoleh setelah sampel mengalami adsorpsi dan filtrasi selama 2 jam. Sedangkan efektivitas penggunaan aktivator HCL 3N menghasilkan penurunan kadar COD, BOD, dan TSS sebesar 28%, 31%, dan 76%.

Kata kunci: Tempurung Kelapa, Aktivasi, Arang Aktif, HCL, Adsorpsi, Filtrasi

Abstract

Indonesia is an agricultural country where most of the population has a livelihood as farmers, especially in the Cilacap region of Central Java. Coconut plant (*Cocos nucifera*. L) is a tropical plant that thrives in Indonesia and is known by the public and has various uses. However, the utilization of coconut plants is generally only limited to the flesh of the fruit to be processed into coconut milk, so that other parts of the coconut plant, such as coconut shells tend to be potentially as waste and underutilized optimally[1]. Coconut shell can be used as activated charcoal using HCL activator with a simple and economical method. The number of activator concentrations used is 1N and 3N. By using the method of adsorption and filtration to treat wastewater tofu obtained a decrease in the levels of COD, BOD, and TSS are different. In the use of HCL activator 1N obtained results of reduction of COD, BOD, and TSS sequentially by 20%, 23%, and 73%. The results were obtained after the sample was adsorbed and filtration for 2 hours. While the effectiveness of the use of HCL 3N activator resulted in a decrease in COD, BOD, and TSS levels by 28%, 31%, and 76%.

Keywords: Coconut shell, Activation, Activated Charcoal, HCL, Adsorption, Filtration

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani, khususnya di wilayah Cilacap Jawa Tengah. Tanaman yang biasa ditanam oleh petani lokal bermacam – macam, diantaranya ialah pohon kelapa. Tanaman ini cukup dikenal oleh masyarakat dan memiliki berbagai kegunaan. Namun, pemanfaatan tanaman kelapa umumnya hanya terbatas pada daging buahnya saja untuk diolah menjadi santan, sehingga bagian lain dari tanaman kelapa, seperti tempurung kelapa, pelepah, batang dan daun cenderung berpotensi sebagai limbah dan kurang dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, pengolahan limbah tempurung kelapa dibutuhkan untuk meningkatkan nilai guna. Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari tempurung kelapa adalah karbon aktif. Pada umumnya, karbon aktif digunakan sebagai adsorben, media penyimpanan energi, sintesis karbon, penyangga katalis dan lain lain. Karbon aktif sendiri selain digunakan untuk penggunaan skala laboratorium dapat digunakan untuk penggunaan rumah tangga seperti campuran kosmetik, sebagai media filtrasi air sumur yang keruh, menghilangkan bau pada akuarium ikan di rumah, menghilangkan bau pada minyak jelantah, dan lain sebagainya.

2. Kajian Teori

2.1. Tempurung Kelapa

Indonesia sendiri merupakan daerah hujan tropis sehingga sangat ideal untuk pertumbuhan tanaman kelapa. Dari keseluruhan bagian kelapa, tempurung kelapa merupakan bagian yang sering dianggap sebagai limbah. Pemanfaatannya hanya sebatas arang untuk membakar sate atau dijadikan kerajinan. Tanpa masyarakat Cilacap ketahui lebih spesifik di daerah Sampang terdapat tempat produksi tahu. Tempurung kelapa mempunyai sifat difusi termal yang baik, hal ini mengakibatkan tempurung kelapa cocok jika dijadikan arang dibandingkan bahan lain seperti kayu dan bonggol jagung. Tempurung kelapa masuk dalam golongan kayu, sehingga secara kimiawi mengandung komposisi yang hampir mirip dengan kayu. Di dalam tempurung kelapa ini mengandung silikat atau SiO_2 , selulosa, lignin, hemiselulosa, dan abu. Menurut Harsini dan Susilowati pada buku *Biomaterial Botani*, selulosa memiliki kuat tarik yang tinggi, dapat membentuk jaringan, sukar larut di air, alkali serta pelarut organik, relatif tidak berwarna, serta memiliki kemampuan untuk mengikat yang lebih besar [2].

2.2. Arang Tempurung Kelapa

Arang adalah hasil dari proses karbonisasi atau pembakaran dari bahan yang mengandung karbon. Arang berbentuk padatan berpori dan mengandung 85-90% karbon. Penggunaan dari arang tempurung

kelapa sudah lama dilakukan dan dijadikan bahan edukasi bagi masyarakat Indonesia. Jawa, Sumatera, dan Sulawesi merupakan wilayah penghasil kelapa terbesar yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap pengolahan tempurung kelapa menjadi briket arang kelapa. Indonesia merupakan daerah tropis dan memiliki kualitas tanah yang subur sehingga kelapa yang berasal dari Indonesia memiliki kalori yang tinggi yaitu, sekitar 6.700-7.100 kcal/kg. Semakin tinggi kadar karbon yang ada dalam arang maka arang tersebut dapat dikatakan semakin baik [3].

2.3. Arang Aktif

Aktivasi arang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu aktivasi secara fisika maupun secara kimia. Hal ini adalah suatu perlakuan yang dilakukan kepada arang yang bertujuan untuk memperbesar pori porinya dengan cara memecah ikatan hidrokarbon sehingga luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsinya. Aktivasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode aktivasi secara kimia. Aktivasi secara kimia berarti menambahkan bahan kimia dalam arang sehingga dapat memperluas permukaan pori-porinya. Aktivasi kimia biasanya dilakukan untuk bahan baku yang memiliki kandungan selulosa. Aktivator ini berfungsi sebagai dehydrating agent, hal tersebut dapat menghambat pembentukan tar (partikulat penghambat pori-pori) serta dapat meningkatkan kadar karbon dalam arang aktif. Bahan berpori seperti karbon aktif dapat digunakan karena memiliki pori-pori dengan luas permukaan yang besar, konduktivitas yang baik dan stabil, murah serta tersedia secara komersial (Izan dkk, 2015).

2.4. Limbah Cair Tahu

Proses pembuatan tahu akan menghasilkan dua jenis limbah, yaitu padat dan cair [5]. Limbah padat hasil dari olahan tahu memiliki bentuk ampas tahu, limbah ini dihasilkan saat proses pembuatan tahu. Menurut jurnal yang ditulis oleh [6] dijelaskan jika ampas tahu memiliki nilai protein yang cukup tinggi yaitu 26,6% serta kadar air 9%. Limbah padat tahu contohnya adalah ampas sisa dari kedelai, produsen biasanya memanfaatkan limbah padat tahu tersebut sebagai pakan hewan ternak seperti ayam, bebek, dan hewan unggas lainnya karena mengandung nutrisi yang tinggi seperti air 82,69%; abu 0,55%; lemak 0,62%; protein 2,42% dan karbohidrat 13,71% [7].

Limbah yang biasa dibuang dan tidak dapat dimanfaatkan lagi berbentuk cair dan berpotensi untuk mencemari tanah dan kandungan air yang ada di dalamnya. Limbah cair ini bukan hanya berasal dari pencucian tahu, tetapi bisa juga berasal dari pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman, pencetakan dan apabila dibuang langsung ke perairan akan berbau busuk dan mencemari lingkungan.

Tabel 1. Kandungan COD, BOD, dan TSS Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Nilai
COD	mg/L	29.700
BOD	mg/L	8.852
TSS	mg/L	936

Sumber : Jurnal Pengolahan Limbah Tahu dan Potensinya [8]

Limbah cair ini cenderung mempunyai tingkat pencemaran air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan limbah padatnya. Limbah cair tahu yang tidak diolah dengan baik memiliki warna kuning keruh bahkan gelap, berbau busuk menyengat, dan memiliki pH yang rendah (3-4). Kadar COD limbah cair tahu berada pada kisaran 29.700-10.000 mg/L, sedangkan kadar BOD berada pada kisaran 5.000-10.000 mg/L dengan pH rendah diantara 4-5. Semakin tinggi kandungan COD, BOD, dan TSS pada kandungan air, semakin buruk kualitasnya. Ada beberapa metode pengolahan limbah cair tahu selain dengan adsorpsi dan filtrasi yaitu menggunakan metode teknologi plasma [9].

2.5. Adsorpsi

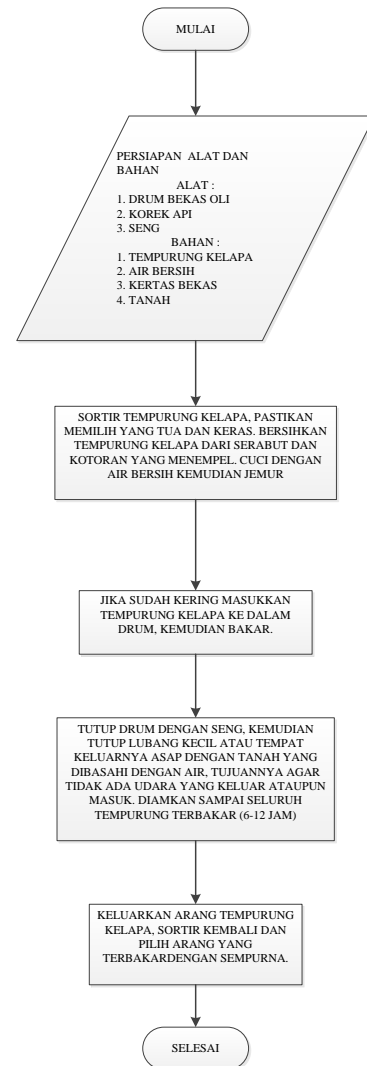
Adsorpsi kimia merupakan suatu proses penyerapan yang melibatkan pemutusan dan pembentukan ikatan baru pada permukaan adsorben [10]. Atau bisa juga didefinisikan sebagai fenomena fisik yang terjadi di saat molekul-molekul gas atau cairan dikontakkan dengan suatu permukaan padatan sehingga sebagian dari molekul tersebut mengembun pada permukaan dari padatan tersebut. Saat proses adsorpsi, terjadi gaya tarik-menarik antar molekul adsorbat dan pori-pori aktif pada permukaan adsorben. Adsorbat merupakan zat yang diserap. Sedangkan adsorben adalah penyerapnya. Gaya tarik adsorben yang lebih kuat mengakibatkan perpindahan massa. Proses adsorpsi sering dijumpai pada media karbon aktif hal ini karena karbon aktif memiliki ruangan pori yang sangat banyak. Pori-pori tersebut dapat menangkap partikel yang halus dan akan menjebakanya di dalam ruangan pori. Seiring berjalannya waktu, ruangan pori akan jenuh sehingga diperlukan adanya proses reaktivasi kembali.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi ini menggunakan metode pirolisis atau pembakaran tanpa adanya suplai oksigen dari luar. Tempurung kelapa yang akan dipirolisis harus menjalani treatment terlebih dahulu, diantaranya pembersihan dari residu yang masih menempel dan juga penjemuran. Hal ini dilakukan agar kualitas karbon lebih maksimal dan residu/zat pengotornya

dapat diminimalisir.



Gambar 1. Diagram Proses Karbonisasi Tempurung Kelapa

3.2. Proses Aktivasi Arang

Aktivator yang digunakan untuk mengaktifkan arang menggunakan asam kuat HCL atau yang biasa kita kenal dengan asam klorida. Asam klorida berasal dari larutan kuatik gas hidrogen klorida. Cairan ini bersifat sangat korosif dan berbahaya jika tersentuh oleh tangan secara langsung. HCl sangat baik digunakan sebagai aktivator hal ini dikarenakan aktivasi dengan HCl atau asam klorida bisa melarutkan pengotor, sehingga pori-pori dari arang aktif lebih terbuka dan banyak terbentuk [11]. Asam klorida dapat terurai dalam air dan mengeluarkan panas dalam proses pelarutannya. HCl jika dijadikan aktivator dapat bersifat higroskopis atau dapat mengurangi kadar air pada karbon aktif yang dihasilkan. Berbeda dengan H2SO4 dan HNO3, HCl memiliki daya serap ion yang

lebih baik dikarenakan asam sulfat ini bisa melarutkan pengotor lebih besar, sehingga pori-pori yang terbentuk akan lebih banyak dan penyerapan akan lebih maksimal [12]. Penurunan maksimal kadar COD terjadi ketika sirkulasi 24 jam antara HCl direndam dengan arang tempurung kelapa [13].

Kualitas arang aktif dapat dilihat dari daya adsorpsinya. Daya adsorpsi merupakan luas permukaan spesifik atau luas permukaan dibagi dengan beratnya. Biasanya daya adsorpsi dikaitkan dengan luas permukaannya, semakin besar pori pori arang aktif maka proses adsorpsinya akan semakin besar pula dan kecepatannya akan meningkat. Cara meningkatkan daya adsorpsi ini bisa dilakukan dengan menghaluskan arang aktif, semakin kecil ukuran partikel, maka akan semakin besar daya serapnya. Hal yang mempengaruhi kualitas dari arang aktif diantaranya adalah jenis bahan yang digunakan, kondisi operasi ketika proses dilakukan, serta jenis aktivator yang digunakan.

Pentuan volume HCL untuk konsentrasi 1N yaitu:

$$N = \frac{(10 \times \text{Berat jenis}) \times \text{valensi}}{\text{Berat Molekul}} \quad (1)$$

$$N = \frac{(10 \times 37,8\%) \times 1,19}{36,453} = 12,06 \text{ N}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2 \quad (2)$$

$$12,06 \times V_1 = 1 \times 1.500$$

$$V_1 = 124,38 \text{ mL}$$

Pentuan volume HCL untuk konsentrasi 3N yaitu:

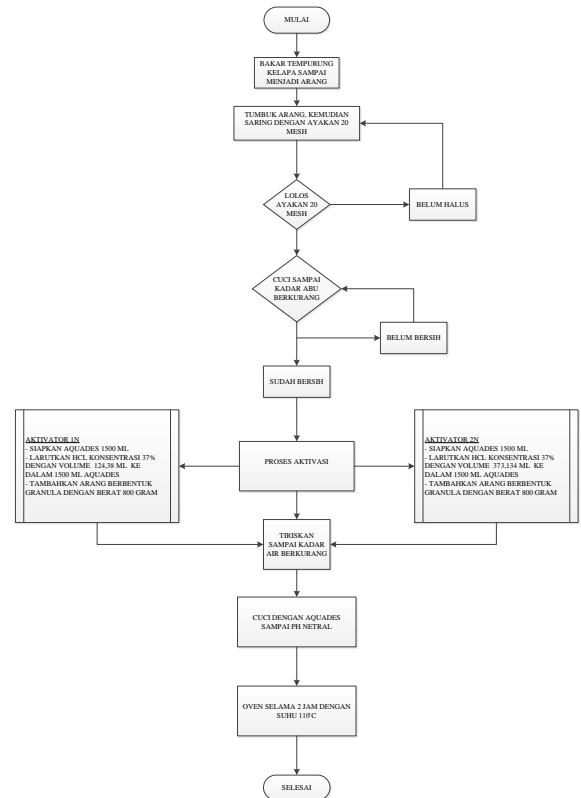
$$N = \frac{(10 \times \text{Berat jenis}) \times \text{valensi}}{\text{Berat Molekul}}$$

$$N = \frac{(10 \times 37,8\%) \times 1,19}{36,453} = 12,06 \text{ N}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

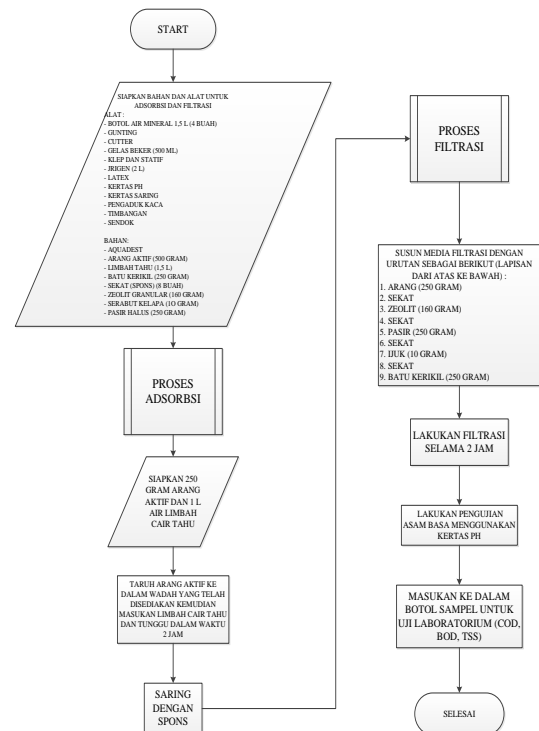
$$12,06 \times V_1 = 3 \times 1.500$$

$$V_1 = 373,134 \text{ mL}$$



Gambar 2. Diagram Proses Aktivasi Arang Proses Aktivasi Arang Dengan Aktivator 1N Dan 2N

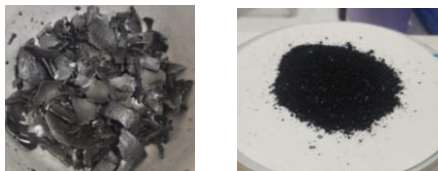
3.3. Proses Adsorpsi Dan Filtrasi Limbah Cair Tahu



Gambar 3. Diagram Proses Adsorpsi dan Filtrasi

4. Hasil dan Pembahasan

Arang tempurung kelapa yang dihasilkan dari hasil pirolisis ini memiliki kualitas yang baik, dapat dilihat dari warna tempurung yang hitam pekat dan apabila dipatahkan memiliki bekas patahan yang mengkilap [14].



(a) (b)

Gambar 4. (a) Sebelum Diaktivasi dan Ditumbuk, (b) Setelah Diaktivasi, Ditumbuk, Dan Diayak

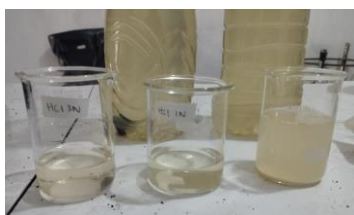
4.1. Analisa Limbah Cair Tahu Secara Fisika Setelah Dilakukan Adsorpsi dan Filtrasi

Pada saat limbah cair tahu mengalami kontak dengan arang aktif terjadi suatu peristiwa yaitu keluarnya buih yang cukup banyak. Buih tersebut berwarna putih dan menyerupai soda. Limbah cair ini bereaksi dan membuat gelombang seperti air yang mendidih selama 1 jam, 1 jam berikutnya sudah tidak ada reaksi apapun. Jumlah buih dari arang dengan konsentrasi HCl 1N dengan HCl 3N tidak mengalami perbedaan hal ini dibuktikan melalui jumlah busa yang dikeluarkan sama banyak. Proses adsorpsi dengan menggunakan arang HCl 3N terlihat lebih cepat, limbah yang diadsorpsi terlihat lebih jernih dari sebelumnya. Dibandingkan dengan hasil adsorpsi HCl 1N yang tidak sejernih HCl 3N.



(a) (b) (c)

Gambar 5. (a) Limbah Tahu Sebelum Mengalami Perlakuan Khusus. (b) Reaksi Limbah Cair Tahu Ketika Diadsorpsi Dengan Arang Aktif. (c) Limbah Cair Tahu Setelah Kontak Dengan Arang Aktif 1 jam.



Gambar 6. Setelah Sampel Limbah Diadsorpsi Dan Filtrasi

Limbah yang diadsorpsi dan difiltrasi dengan aktivator HCl 3N terlihat lebih jernih dibanding dengan aktivator HCl 1N. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya aktivator yang ditambahkan pada saat aktivasi arang. Daya serap arang aktif yang menggunakan aktivator HCl 3N lebih cepat dibanding dengan HCl 1N.

4.1. Analisa Limbah Cair Tahu Secara Kimia Setelah Dilakukan Adsorpsi dan Filtrasi

pH awal dan setelah sampel dikenai perlakuan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, yaitu masih pada pH 4. Hasil tersebut hampir sama dengan penelitian dari Hatina (2015) tentang pemanfaatan ampas tebu dengan aktivator HCL, bahwa pH limbah cair tahu tidak dapat berubah secara signifikan apabila direndam dalam waktu yang singkat. Perbedaan yang signifikan adalah pada kadar COD, BOD, dan TSS. Penggunaan HCL dengan konsentrasi 3N terbukti dapat menurunkan kadar COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu dengan lebih baik.

Tabel 2. Hasil Pengujian COD, BOD, TSS, dan pH pada Limbah Cair Tahu

No.	Jenis Pengujian	Aktivator HCL 1N (mg/L)	Aktivator HCL 3N (mg/L)
1	COD	8.032	7.229
2	BOD	5.381	4.843
3	TSS	133	120
4	pH	4	4

Kandungan BOD pada limbah cair tahu selalu lebih rendah dibandingkan nilai COD. Hal ini dikarenakan pada BOD oksigen yang digunakan tidak hanya menghasilkan karbondioksida dan air, tetapi juga digunakan untuk pembentukan sel bakteri, dan tidak semua karbon organik menjadi karbon dioksida, tetapi dapat tersimpan sebagai karbon sel. Konsentrasi awal TSS sebelum diadsorpsi dan difiltrasi yaitu sekitar 500 mg/L. Pengolahan limbah cair tahu dengan proses adsorpsi dan filtrasi menghasilkan dampak yang bagus terhadap penurunan kadar TSS dibandingkan apabila hanya menggunakan metode adsorpsi.

5. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dapat dilakukan dengan metode yang sederhana dan ekonomis, hal ini dapat membantu masyarakat di Indonesia, khususnya di kabupaten Cilacap untuk memanfaatkan limbah tempurung kelapa agar memiliki daya guna dan nilai jual yang tinggi. Aktivasi pada arang tempurung kelapa dengan aktivator HCL 1N dan 3N terbukti mampu menurunkan kadar COD, BOD, dan TSS pada air limbah. Penggunaan aktivator yang paling efektif yaitu pada konsentrasi HCl 3N.

Hasil keberhasilan dari proses adsorpsi dan filtrasi pada limbah cair tahu dengan aktivator 1N dan 3N dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti banyaknya aktivator yang digunakan dalam proses aktivasi, lama waktu perendaman limbah dengan arang aktif, aktivator yang digunakan, serta penambahan zeolit dan media filtrasi yang kompleks

References

- [1] D. Tamado *et al.*, “Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa,” *Semin. Nas. Fis. Univ. Negeri Jakarta*, pp. 73–81, 2013.
- [2] R. J. Sovian Aritonang, *Biomaterial -Botani Implementasi Untuk Material Pertahanan*. 2019.
- [3] A. Kahariyadi, D. Setyawati, F. Diba, and E. Roslinda, “Kualitas Briket Arang Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban,” *J. Hutan Lestari*, vol. 3, no. 4, pp. 561–568, 2015.
- [4] R. J. Izan Izwan Misnon, Nurul Khairiyah Mohd Zain, Radhiyah Abd Aziz, Baiju Vidyadharan, “Sifat elektrokimia karbon dari cangkang inti sawit untuk superkapasitor berkinerja tinggi,” *Sifat Elektrokim. karbon dari cangkang inti sawit untuk superkapasitor berkinerja tinggi*, vol. 174, pp. 78–86, 2015.
- [5] H. Pagoray, S. Sulistyawati, and F. Fitriyani, “Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan,” *J. Pertan. Terpadu*, vol. 9, no. 1, pp. 53–65, 2021, doi: 10.36084/jpt.v9i1.312.
- [6] I. Sina, U. Nugroho, and Z. Rosmi, “Jurnal Ilmiah Teknik Kimia , Vol . 5 No . 1 (Januari 2021) ISSN 2549 – ANALISIS PENGOLAHAN LIMBAH PADAT TAHU TERHADAP ALTERNATIF INDUSTRI PANGAN SOSIS (GRADE B) Analysis of Tofu Solid Waste Processing for the Alternative of Sausage Food Industry,” vol. 5, no. 1, 2021.
- [7] A. P. Fredynata Saputra , Sutaryo, “Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu sebagai Co-Subtrat untuk Produksi Biogas,” *Pemanfaat. Limbah Padat Ind. Tahu sebagai Co-Subtrat untuk Produksi Biogas*, vol. 7, p. 3, 2018.
- [8] M. R. Cahyani *et al.*, “Pengolahan Limbah Tahu dan Potensinya,” *Proceeding Chem. Conf.*, vol. 6, p. 27, 2021, doi: 10.20961/pcc.6.0.55086.27-33.
- [9] T. Agung R and H. S. Winata, “Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Dengan Menggunakan Teknologi Plasma,” *J. Imiah Tek. Lingkung.*, vol. 2, no. 2, pp. 19–28, 2017.
- [10] D. M. Hafidoh, “DARI BAMBUI MENGGUNAKAN AKTIVATOR HCl SEBAGAI ADSORBEN TIMBAL (Pb) SKRIPSI Oleh : DINI MAHYA HAFIDOH,” *Univ. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2021.
- [11] S. Arung, M. Yudi, and S. Chadijah, “Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klorida (HCl) Terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao . L*) Pada Zat Warna Methanil Yellow,” *Al-Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 52–63, 2014.
- [12] L. I. Wirani, “Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) Dan Pengaplikasiannya Pada Limbah Pengolahan Baterai Mobil Untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb),” in *Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) Dan Pengaplikasiannya Pada Limbah Pengolahan Baterai Mobil Untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb)*, 2017.
- [13] I. P. Rizky, “MENGGUNAKAN HCl SEBAGAI ADSORBEN ION Cd (II),” no. Ii, 2015.
- [14] dan N. H. P. Subandiyono, Bambang Pramudya, “Prospek Usaha Pembuatan Arang

Tempurung Kelapa (Studi kasus UD. Beringin Jaya),” *MPI*, vol. Vol. 2 No., 2007.

- [15] S. Hatina, “Pemanfaatan Ampas Tebu Dengan Menggunakan HCL Sebagai Aktivator Untuk Mengurangi Dampak Lingkungan Dari Limbah Industri Tahu,” vol. 6. pp. 35–41, 2015.