



KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI RESIDU BAMB (*BAMBUSEAE*) SEBAGAI ADSORBEN *METHYLENE BLUE* DENGAN AKTIVATOR NAOH

Farra Dhina, Zulfazri*, Rozana Dewi, Novi Sylvia, Nasrul ZA

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

Korespondensi HP: 085283059515, e-mail: zulfazri@unimal.ac.id

Abstrak

*Bambu merupakan salah satu bahan baku pembuatan karbon aktif yang dapat diaktivasi secara fisika atau kimia untuk menghasilkan karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan mengkarakterisasi karbon aktif dari residu bambu melalui karbonisasi pada suhu 500°C selama 1 jam. Kemudian karbon aktif diaktivasi dengan penambahan larutan NaOH 0,2 M. Sampel yang digunakan adalah variasi massa adsorben 2 gram, 3 gram, 4 gram. Dan waktu adsorpsi 50 menit, 60 menit, 70 menit. **penelitian ini sudah pernah dilakukan namun yang menjadi perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah dari segi variabel dan aktivator yang digunakan.** Hasil kajian menunjukkan bahwa model persamaan Langmuir dan orde dua semu adalah yang paling sesuai diaplikasikan untuk adsorpsi metilen biru terhadap karbon aktif dari residu bambu. Dari persamaan langmuir diperoleh konstanta adsorpsi sebesar 0,28334 L/g dan q_{maks} sebesar 0,370148 mg/g. Sedangkan untuk persamaan orde dua semu didapatkan nilai q_{exp} dan q_{cal} yang tidak jauh berbeda. Didapatkan nilai q_{cal} sebesar 7.423905 mg/g, 7.788162 mg/g, dan 4.135649 mg/g untuk variasi massa adsorben 2 gram, 3 gram, dan 4 gram. Didapatkan nilai k dengan rentang 0.213039-0.506028 dan nilai R^2 sebesar 1. karbon aktif yang diperoleh memiliki kadar abu 11,6%, kadar air 10,85%. Karakteristik ini telah memenuhi baku mutu SNI.*

Kata Kunci: *aktivasi, karakterisasi, karbon aktif, residu bambu*

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i6.12202>

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, khususnya pada bidang tumbuhan. Adapun salah satu tumbuhan. Adapun salah satu tumbuhan khas yang dikenal oleh masyarakat sejak dulu yang merupakan

kekayaan hasil hutan. Bamboo merupakan tanaman yang mudah ditemui di Indonesia (Dransfield and Widjaya, 1995). Masa sekarang pun industry dari bahan baku bambu banyak kita jumpai seperti industry kerajinan bambu yang cukup tinggi, konstruksi bangunan, dll. Sehingga semakin tinggi permintaan pasar akan bahan baku, maka semakin tinggi pula residu bambu yang dihasilkan.

Bambu termasuk ke dalam famili *Graminae* (rumput-rumputan) yang berbentuk bulat. Bambu mengandung Selulosa berkisar 42,4%-53,6% dan lignin 19,5%-26,6% (Hutapea, E. M; Iwantono; Farma, 2017). Bambu juga memiliki kadar pentosane dan kadar abu berkisar 1,24%-3,77% kadar silica berkisar 0,10%-1.78% (Krisdianto dkk, 2003).

Arang aktif merupakan salah satu jenis adsorben yang memiliki daya serap sangat baik, sehingga paling berpotensi dalam proses adsorpsi. Arang aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari material yang memiliki unsur Karbon (C) dan di-karbonisasi. Luas permukaan arang aktif dapat mencapai 200-2000 m²/g. Semakin besar luas permukaan suatu arang aktif maka semakin besar pula penyerapannya pada adsorbat yang sesuai dengan sifat fisik adsorben.

Methylene Blue (MB) dengan rumus kimia C₆H₁₆N₃SCl merupakan zat pewarna yang sering digunakan pada industri tekstil, dan dapat digunakan sebagai pewarna kertas yang dikombinasikan dengan zat warna lain. MB memiliki gugus benzena sehingga sulit untuk dihilangkan dan bersifat toksik dalam jangka waktu dan jumlah yang besar, sehingga akan menjadi sumber penyakit jika terlalu lama berada di lingkungan. Limbah dari *methylene blue* yang dibuang begitu saja ke badan air juga mengakibatkan kerusakan pada tumbuhan dan hewan.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah residu bambu, metilen biru (C₁₆H₁₈ClN₃SCl, aquades, NaOH, HCl, *Erlenmeyer*,

labu ukur, gelas ukur, pipet volume, ayakan, neraca digital, spatula, aluminium foil, cawan porselin, kertas saring, hot plate, stirer dan spektrofotometer UV-Vis.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu persiapan bahan baku, aktivasi karbon aktif menggunakan NaOH, pembuatan limbah metil biru dan proses penyerapan metil biru. Variasi percobaan dilakukan dalam penelitian ini terhadap waktu kontak adsorpsi yaitu 50,60 dan 70 menit dan massa adsorben 2, 3 dan 4 gram.

Penelitian ini dilakukan dengan cara bahan baku residu bambu dipotong kecil lalu karbonisasi menggunakan furnace dengan suhu 500°C selama 1 jam, lalu dihancurkan menggunakan alat crushing, setelah dihancurkan karbon aktif residu bambu di ayak menggunakan ayakan 80 mesh, lalu karbon diaktivasi menggunakan larutan NaOH 0,2 M selama 24 jam, setelah diaktivasi karbon dibersihkan dengan aquades sampai pH nya netral, kemudian karbon dimasukan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air yang terkandung, tahap selanjutnya pembuatan limbah metil biru dibuat dengan mengencerkan metil biru menggunakan aquades dengan konsentrasi 50 ppm. Selanjutnya proses adsorpsi metil biru dengan karbon aktif yang sudah disiapkan dengan variasi waktu kontak adsorpsi dan massa adsorben dianalisa kinetika dan model isotherm adsorpsinya.

Karbon aktif akan diuji kadar air dan kadar abu untuk mengetahui apakah karbon masih ada kandungan air dan dianalisa kadar abunya.

Analisa kinetika adsorpsi metil biru dilakukan dengan dua orde yaitu orde satu semu (*Pseudo First orde*) dengan persamaan umum,

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \dots\dots\dots(1.1)$$

dan orde dua semu (*Pseudo Second Orde*) dengan persamaan,

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{q_e} + \frac{1}{K_2 \cdot q_e^2} \frac{1}{t} \dots\dots\dots(1.2)$$

Untuk analisa Kadar abu dengan persamaan.

$$\% \text{ Kadar abu} = \left[\frac{\text{Berat abu}}{\text{berat sampel}} \right] \times 100 \dots\dots\dots(1.3)$$

Untuk analisa Kadar air dengan persamaan

$$\% \text{ Kadar air} = \left[\frac{(a-b)}{a} \right] \times 100 \dots\dots\dots(1.4)$$

Keterangan :

a = Berat karbon sebelum dikeringkan (g)

b = Berat karbon setelah dikeringkan (g)

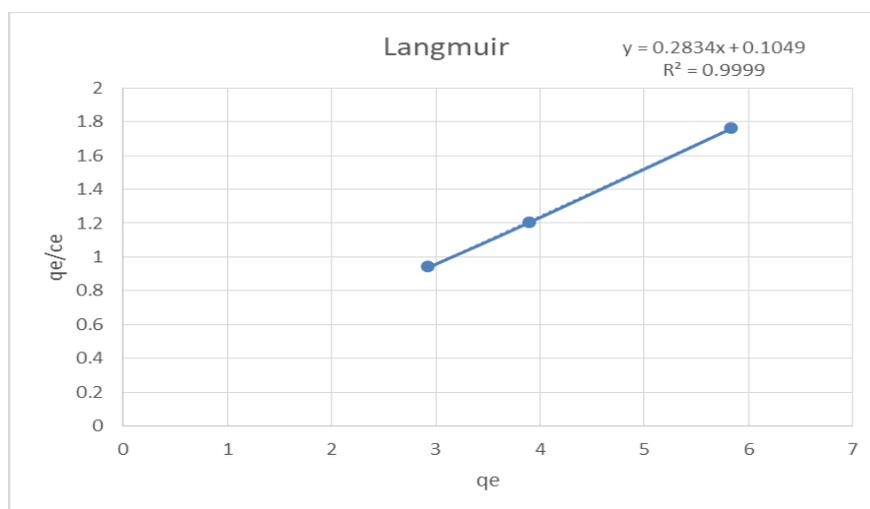
3. Hasil dan Diskusi

3.1 Penentuan Isoterm Adsorpsi

Pada penelitian ini, adsorpsi *metil blue* dengan konsentrasi awal yaitu 50 ppm, dilakukan pada pH optimum yaitu pH 8 dan waktu kontak 50 menit, 60 menit, 70 menit dan massa adsorben 2 gram, 3 gram, 4 gram. Proses adsorpsi suatu adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor. Semakin banyak jumlah zat yang terlarut yang dapat diadsorpsi sehingga tercapai kesetimbangan tertentu, dimana laju adsorbat yang diserap sama dengan adsorbat yang dilepas dari adsorben.

3.1.1 Isoterm Langmuir

dianalisis lebih lanjut dengan model isoterm untuk mendapatkan sumbu nilai pada sumbu x dan y. Maka diperoleh nilai untuk harga C_e/q_e , dilakukan pemetaan grafik dengan memplotkan nilai C_e/q_e vs C_e untuk mendapatkan persamaan Langmuir. Yaitu dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 kurva isoterm Langmuir

Parameter pada isotherm Langmuir dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

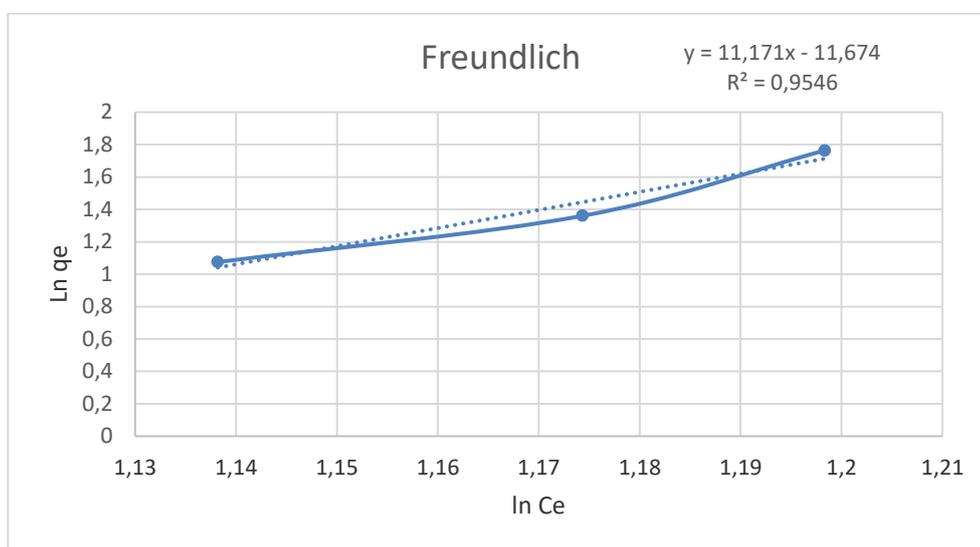
Tabel 3.1 Parameter Isotherm Langmuir

Isotherm Langmuir		
q_{max} (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2
0,370148	0,28334	0,9999
0,370148	0,28334	0,9999

Proses adsorpsi menggunakan isotherm Langmuir menghasilkan R^2 sebesar 0,9999, q_{max} sebesar 0.370148 mg/g serta K_L sebesar 0,28334 L/mg. Parameter q_{max} merupakan konstanta yang menunjukkan zat terlarut yang teradsorpsi pada saat massa adsorben dalam keadaan jenuh atau menunjukkan adsorpsi satu lapis (monolayer) atau dengan kata lain q_{max} merupakan kapasitas adsorpsi maksimum suatu adsorben dengan satuan mg/g. Sedangkan K_L merupakan konstanta yang menunjukkan energi ikatan antara zat terlarut dan adsorben (L/mg) (Setiadi et al., 2017).

3.1.2 Isoterm Freundlich

Hasil plotting menghasilkan suatu persamaan linier yang dapat digunakan untuk menghitung konstanta, yaitu $y = 11,171x + 11,674$ dengan $R^2 = 0,9546$. Persamaan Freundlich terjadi pada permukaan yang heterogen, dimana K_F adalah nilai indikator kapasitas adsorpsi dan n adalah pengaruh konsentrasi adsorpsi (Loukidou et al.,2004). Model isoterm adsorpsi Freundlich mengekspresikan adsorpsi pada sistem heterogen artinya membentuk lapisan multilayer (Wiyantoko et al., 2017).



Gambar 3.1 kurva isoterm Freundlich

Parameter pada isotherm Freundlich dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Parameter Isotherm Freundlich

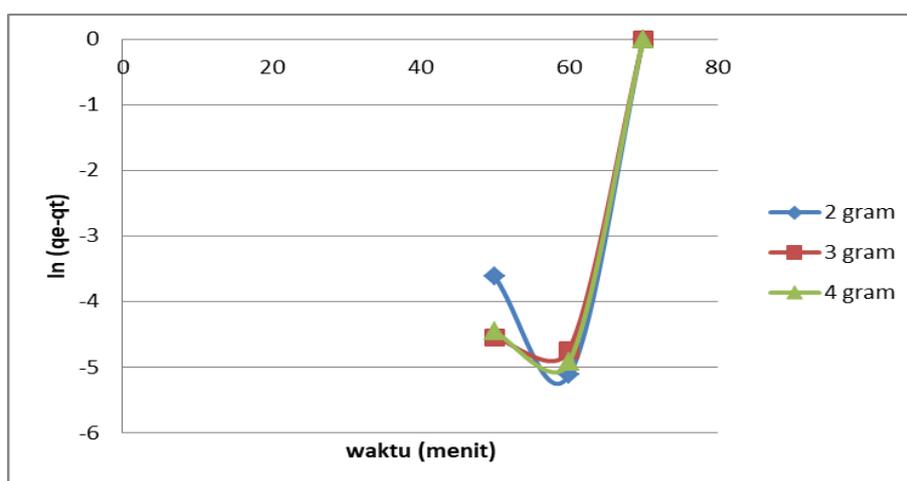
Isotherm Freundlich		
K_F (L/g)	n	R^2
8,51229	0,089518	0,9545

Dari tabel 3.2 didapatkan nilai K_F sebesar 8,51229 L/g, dan nilai n sebesar 0,089518. Isoterm Freundlich menggambarkan adsorpsi reversibel dan tidak terbatas pada pembentukan lapisan tunggal (Ahmad et al., 2006). Secara umum

semakin tinggi nilai K_F maka semakin tinggi kapasitas adsorpsi (Malik, 2003). Secara umum semakin tinggi nilai K_F maka semakin tinggi kapasitas adsorpsi (Malik, 2003). dapat diidentifikasi bahwa penyerapan adsorben terhadap adsorbat yang digunakan dapat dikatakan baik.

3.2 Orde Satu Semu (*Pseudo First Orde*)

Untuk menentukan persamaan linier dengan memplotkan nilai $\ln (q_e - q_t)$ dan t dengan variasi massa adsorben dan waktu kontak untuk mendapatkan persamaan linier dengan memplotkan nilai $\ln (q_e - q_t)$ vs t pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Kurva orde Satu

parameter nilai pada tabel 3.2 berikut:

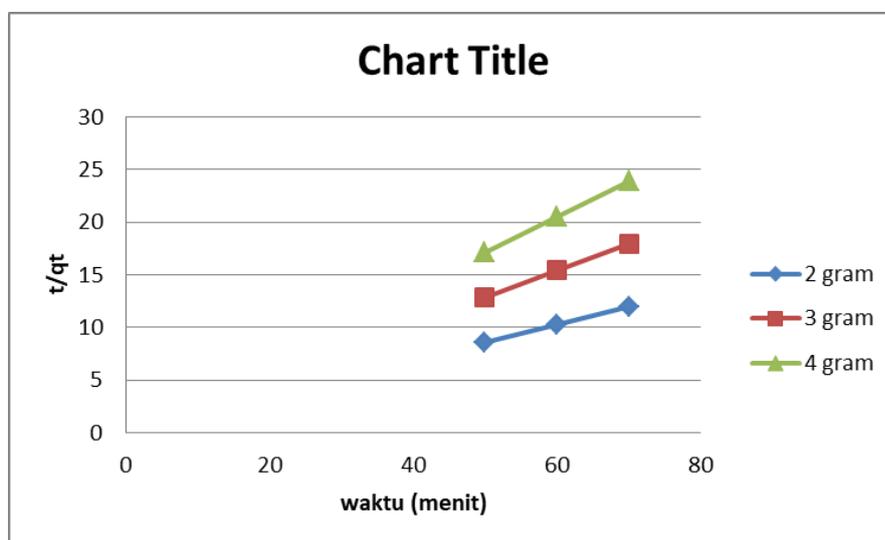
Tabel 3.2 Parameter Orde Satu Semu

C_o (mg/L)	$Q_{e,exp}$	$Q_{e,calc}$	K_1 (1/mg.min)	R^2
50	5.835671	971892	-0.1812	0.4734
50	3.897002	18439396	-0.2273	0.7179
50	2.929929	14901911	-0.2231	0.6725

persamaan kinetika pseudo orde satu semu mendapatkan nilai-nilai koefisien korelasi (R^2) yang rendah, yaitu 0,4734 dengan persamaan $y = -0.1812x - 13.787$ untuk konsentrasi 2 gram, 0,7179 dengan persamaan $y = -0.2273x - 16.73$ untuk konsentrasi 3 gram, dan 0,6725 dengan persamaan $y = -0.2231x - 16.517$ untuk konsentrasi 4 gram, dan nilai-nilai $q_{e_{calc}}$ yang jauh berbeda dengan $q_{e_{exp}}$. Untuk penerapan model kinetika pseudo orde pertama korelasi koefisien R_2 harus cukup tinggi dan $q_{e_{exp}}$ harus cukup dekat dengan $q_{e_{calc}}$. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan pseudo orde satu semu tidak dapat menjelaskan dengan baik karakteristik adsorpsi *Metil blue* oleh karbon aktif dari residu bambu.

3.3 Orde Dua Semu (*Pseudo Second Order*)

Model kinetika orde dua semu (*pseudo second order*) dianalisa untuk mengasumsikan bahwa kapasitas adsorpsi proporsional terhadap jumlah *active site* pada adsorben. Untuk menentukan persamaan linier dengan memplotkan nilai t/q_t vs q_e . Nilai t/q_t vs q_e , yang dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Kurva orde dua

parameter nilai pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 4.11 Parameter Orde Dua Semu

Co (mg/L)	Q _{e,exp}	Q _{e,calc}	K ₂	R ²
50	5.835671	7.423905	0.213039	1
50	3.897002	7.788162	0.506028	1
50	2.929929	4.135649	0.472194	1

menunjukkan nilai-nilai koefisien korelasi (R^2) yang cukup tinggi, yaitu 1 dengan persamaan $y = 0.1694x + 0.1347$ untuk konsentrasi massa adsorben 2 gram, 1 dengan persamaan $y = 0.2549x + 0.1284$ untuk konsentrasi massa adsorben 3 gram, dan 1 dengan persamaan $y = 0.3379x + 0.2418$ untuk konsentrasi massa adsorben 4 gram, dengan nilai $q_{e,calc}$ 7.423905 mg/g untuk 2 gram, 7.788162 mg/g untuk 3 gram, dan 4.135649 mg/g untuk 4 gram. Didapatkan nilai K sebesar 0.213039 untuk 2 gram, 0.506028 untuk 3 gram, dan 0.472194 untuk 4 gram. Untuk penerapan model kinetika pseudo orde kedua korelasi koefisien R_2 harus cukup tinggi dan $q_{e,exp}$ harus cukup dekat dengan $q_{e,calc}$. Hasil di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai q_e dan penurunan nilai K. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gad & El-Sayed, (2009). yang menyatakan bahwa seiring peningkatan konsentrasi akan menyebabkan peningkatan nilai q_e dan penurunan nilai k_2 yang disebabkan oleh hambatan pemberhentian adsorpsi terhadap konsentrasi pewarna yang lebih tinggi.

Untuk penerapan model kinetika pseudo orde dua korelasi koefisien R^2 harus cukup tinggi dan $q_{e,exp}$ harus cukup dekat dengan $q_{e,calc}$ (Muhammad, 2014). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model pseudo orde dua menggambarkan dengan baik kinetika adsorpsi.

3.4 Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif. Kadar abu karbon aktif merupakan sisa yang tertinggal pada saat arang dibakar pada suhu 600°C selama 6 jam. karbon aktif memiliki kadar abu sebesar 11,6 %. Menurut SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif.

3.5 Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif, kadar air pada karbon aktif sebesar 10,85%. Dengan demikian kadar air dalam karbon aktif tersebut telah memenuhi baku mutu menurut SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif bahwa kadar air karbon aktif berbentuk serbuk maks 15%.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Karakterisasi karbon aktif dari residu bambu sebagai adsorben metilen biru dengan aktivator NaOH” maka diperoleh kesimpulan. Proses adsorpsi zat warna *metil blue* oleh adsorben karbon aktif dari residu bambu mengikuti model isoterm Langmuir dengan tingkat korelasi $R^2 = 0,9999$ dengan q_{maks} sebesar 0,370148 mg/g. Kinetika adsorpsi zat warna *metil blue* oleh adsorben karbon aktif dari residu bambu memiliki kecenderungan sesuai dengan persamaan orde dua semu mendapatkan nilai koefisien korelasi $R^2 = 1$ dengan Nilai-nilai $q_{e,exp}$ dan $q_{e,calc}$ hanya memiliki sedikit perbedaan. Dan untuk analisa kadar abu pada karbon aktif dari residu bambu sebesar 11,6 % telah memenuhi baku mutu SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif, analisa kadar air yang terkandung sebesar 10,85% , kadar air dalam karbon aktif tersebut telah memenuhi baku mutu SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif. Karbon aktif dari

residu bambu berpotensi menjadi adsorben untuk penyerapan zat warna *metil blue*.

4.2 Saran

Penulis menyarankan bahwa diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk bervariasi dengan konsentrasi aktivator dan aktivasi adsorben yang berbeda. Dan diharapkan untuk penelitian selanjutnya mencoba pengujian untuk isotherm dan kinetika adsorpsi dengan model yang lain.

5. Daftar Pustaka

1. Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). UJI PERSAMAAN LANGMUIR DAN FREUNDLICH PADA PENYERAPAN LIMBAH PENYERAPAN LIMBAH CHROM (VI) OLEH ZEOLIT. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir PTNBR-BATAN Bandung, February 2016*.
2. Maghfiroh, L. (2016). *Adsorpsi zat warna tekstil remazol brilliant blue menggunakan zeolit yang disintesis dari abu layang batubara*. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/25413>
3. Hutapea, Erin M., Iwantono., Rakhmawati Farma. (2017). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Dengan Aktivasi KOH Berbantuan Gelombang Mikro. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*. Pekanbaru. <http://dx.doi.org/10.31258/jkfi.14.1.976-980>
4. Putu, N., Krismayanti, A., Manurung, M., Gusti, N., Made, A., & Adhi, D. (2019). Sintesis Arang Aktif Dari Limbah Batang Bambu Dengan Aktivator Naoh Sebagai Adsorben Ion Krom (Iii) Dan Timbal (Ii). *Cakra Kimia*, 7(Iii), 189–197.
5. Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). UJI PERSAMAAN LANGMUIR DAN FREUNDLICH PADA PENYERAPAN LIMBAH PENYERAPAN LIMBAH CHROM (VI) OLEH ZEOLIT. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir PTNBR-BATAN Bandung, February 2016*.