

## Karakterisasi Karbon Aktif Pelet Kulit Kacang Tanah Dan Aplikasinya Pada Limbah Pewarna Sintesis

Ria Komala\*<sup>1)</sup>, Rina Dwi Oktaiani<sup>1)</sup>, Sisnayati<sup>1)</sup>, Dian Sari Dewi<sup>1)</sup>, Hendra Dwipayana<sup>2)</sup>,  
Nurlela<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang

<sup>2)</sup> Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang

<sup>3)</sup> Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang

\*Corresponding email: ria.komala0411@gmail.com

### Abstrak

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) merupakan tanaman yang tergolong famili *Leguminoceae*, Kacang tanah sendiri terdiri dari biji dan kulitnya, dimana kulitnya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal dan limbahnya masih merugikan bagi lingkungan. Kandungan selulosa pada kulit kacang tanah cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai penyerap karena gugus —OH terikat pada selulosa. Pada penelitian kali ini karbon aktif pelet kulit kacang tanah digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar warna dan menetralkan PH limbah pewarna sintesis melalui proses Adsorpsi. Kulit Kacang tanah dikarbonisasi dengan suhu 450 ° C selama 5 menit, kemudian diaktivasi dengan larutan NaCl pada konsentrasi 45% selama 2 hari. Karbon aktif kulit kacang tanah dibuat menjadi pelet sebanyak 100 gram dengan perbandingan komposisi penyusun adalah karbon aktif kulit kacang tanah : zeolit : tanah Liat sebesar 25% : 20%;55%(Sampel A) , 50%;20%; 30% (Sampel B), 75%;20%;5%(Sampel C). Pelet karbon aktif kemudian dianalisa untuk mengetahui karakteristik morfologi melalui uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan unsur-unsur penyusun karbon aktif pelet melalui uji EDS (*Energy Disperse Spectroscopy*). Dari hasil analisa menunjukkan morfologi pelet karbon aktif banyak terdapat pori tetapi bentuknya tidak homogen. Grafik spektrum EDS pellet karbon aktif menunjukkan adanya unsur karbon tertinggi pada sampel C sebesar 70 % . Karbon aktif pelet dengan karakteristik terbaik diaplikasikan ke limbah pewarna sintesis melalui proses Adsorpsi dengan waktu kontak 180 menit, hasil analisa didapat kenaikan pH dari 4,2 menjadi 6.5. Sedangkan untuk kadar warna didapat persentase kenaikan sebesar 91,59% yaitu dari sebesar 1843 TCU menjadi 155 TCU.

**Kata Kunci:** Kulit Kacang Tanah, Adsorben, Karbon Aktif, SEM, EDS

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan sumber pangan di sektor pertanian salah satu produknya kacang tanah (*Arachis hypogaea L*) yang banyak mengandung protein dan bernilai ekonomis. Kacang tanah merupakan jenis tanaman polong-polongan dengan kandungan protein nabati, seperti lemak (40-50%), protein (27%)(Sembiring et al., 2014), karbohidrat, serta vitamin (A, B, C, D, E dan K). Selain itu, juga mengandung bahan mineral antara lain *Ca, Ci, Fe, Mg, P, K* yang banyak manfaatnya untuk kesehatan(Mutia et al., 2018). Kacang tanah merupakan jenis kacang-kacangan yang umumnya diminati oleh masyarakat. Kacang tanah mempunyai banyak manfaat untuk kesehatan karena kaya nutrisi dan serat, Kulit kacang tanah pada umumnya belum banyak

termanfaatkan. Kulit kacang tanah menjadi limbah yang cukup banyak di temukan di masyarakat. Jumlah produksi kacang tanah di Sumatera selatan pada tahun 2020 yang tercatat pada Badan Pusat Statistik Sumatera Selatan 2023 adalah 2330,65ton(Badan Pusat Statistik, 2023). Banyaknya produksi kacang tanah menyebabkan banyaknya pula limbah kulit kacang tanah yang dihasilkan, jika berat keseluruhan kulit kacang tanah 30% dari jumlah berat keseluruhan kacang tanah utuh, maka kuantitas limbah kulit kacang tanah tergolong tinggi(Wahyuni et al., 2022).

Kandungan kulit kacang tanah tersusun atas Air (9,5 %), selulosa (35,7%), hemiselulosa (18,7%), lignin (30,2%), dan abu (5,9%) (Sihite et al., 2021) yang mengindikasikan bahwa kulit kacang tanah mempunyai kemampuan untuk dimanfaatkan antara lain sebagai pupuk organik, penggunaan pupuk organik dari limbah kulit kacang tanah memberikan hasil yang nyata pada pertumbuhan tanaman bayam (Rusdiyana et al., 2022), *prebiotik* yaitu makanan bagi bakteri *probiotik* (mikroflora alami pada tubuh), ekstrak kulit kacang tanah digunakan sebagai media pertumbuhan *prebiotik Lactobacillus bulgaricus* dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa pada ekstrak kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai sumber karbon pertumbuhan bakteri(Novianto et al., 2020), Kulit kacang tanah dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan briket sebagaimana ditunjukkan pada penelitian Paranita bahwa komposit kulit kacang tanah dan pelepah kelapa sawit yang dibuat briket dapat menghasilkan nilai bakar 5662,7 Cal/g(Haryanti et al., 2014), pemanfaatan kulit kacang tanah sebagai bahan pengisi membran yang diaplikasikan ke limbah pewarna sintesis dan hasilnya mampu menurunkan kadar warna dan COD limbah(Komala et al., 2019). dan sebagai adsorben. Kulit kacang tanah telah banyak dimanfaatkan untuk adsorben karena kandungan selulosanya cukup banyak. Seperti yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dimana kulit kacang tanah yang diaktivasi basa digunakan untuk penyerapan logam Cd, Jumlah ion Cd yang teradsorpsi dilakukan uji menggunakan metode spektroskopi serapan atom dan hasil studi menunjukkan bahwa kulit kacang tanah teraktivasi NaOH memiliki afinitas adsorpsi yang baik terhadap Cd(Patri & Oktasari, 2019) . pemanfaatan kulit kacang tanah dan ampas tebu sebagai bioadsorben dalam mendegradasi logam Pb (II) di dalam air limbah dengan sistem kolom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bioadsorben kulit kacang tanah menunjukkan lebih efektif untuk menyerap logam Pb (II) dibandingkan bioadsorben ampas tebu. Penggunaan bioadsorben kulit kacang tanah tanpa aktivasi bisa menurunkan kandungan logam Pb (II) 2,8 %, sedangkan bioadsorben dengan aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mampu menurunkan kandungan logam Pb (II) sampai dengan 4,4%.(Zaini, 2019). Karbon aktif kulit kacang tanah digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan kadar COD dan TSS limbah Industri Tahu(Komala et al., 2021), dari hasil yang didapat terjadi penurunan kadar COD dan TSS tetapi prosesnya tidak terlalu efektif karena membutuhkan waktu yang lama untuk memisahkan karbon aktif dari air limbah, serbuk karbon aktif yang ringan menyebabkan karbon aktif terikut pada akhir proses. Sehingga diperlukan modifikasi untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya adalah dengan merubah bentuk serbuk adsorben kulit kacang tanah menjadi bentuk pelet, sehingga diharapkan proses adsorpsi dapat lebih efektif dan efisien. Pada penelitian ini akan dilakukan konversi kulit kacang tanah menjadi adsorben dalam bentuk pelet dan akan diuji pada limbah warna untuk melihat keefektifan pelet karbon aktif kulit kacang tanah dalam mendegradasi warna dari limbah tersebut.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium OTK Universitas Tamansiswa Palembang. Uji karakterisasi karbon aktif berupa analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersi Spectroscopy (EDS)di Lab Forensik Polda Sumatera Selatan, Analisa warna dan pH Limbah sebelum dan sesudah diolah di Lab Sucofindo Palembang Sumatera Selatan. Bahan yang digunakan adalah kulit kacang tanah, NaCL, zeolite, tanah liat, limbah pewarna sintesis Dylon HB 05 didapat dari salah satu pusat alat-alat jahit dan kerajinan tangan di Palembang dan aquadest, peralatan utama yang digunakan

adalah Muffle furnace, Oven, Neraca analitik, Beker gelas, Gelas ukur, Piper tetes, Corong, Kolom adsorpsi, Tangki Limbah, Bak Penampungan, Ayakan dengan ukuran 50 mesh, Stopwatch, Batang pengaduk dan peralatan penunjang lainnya.

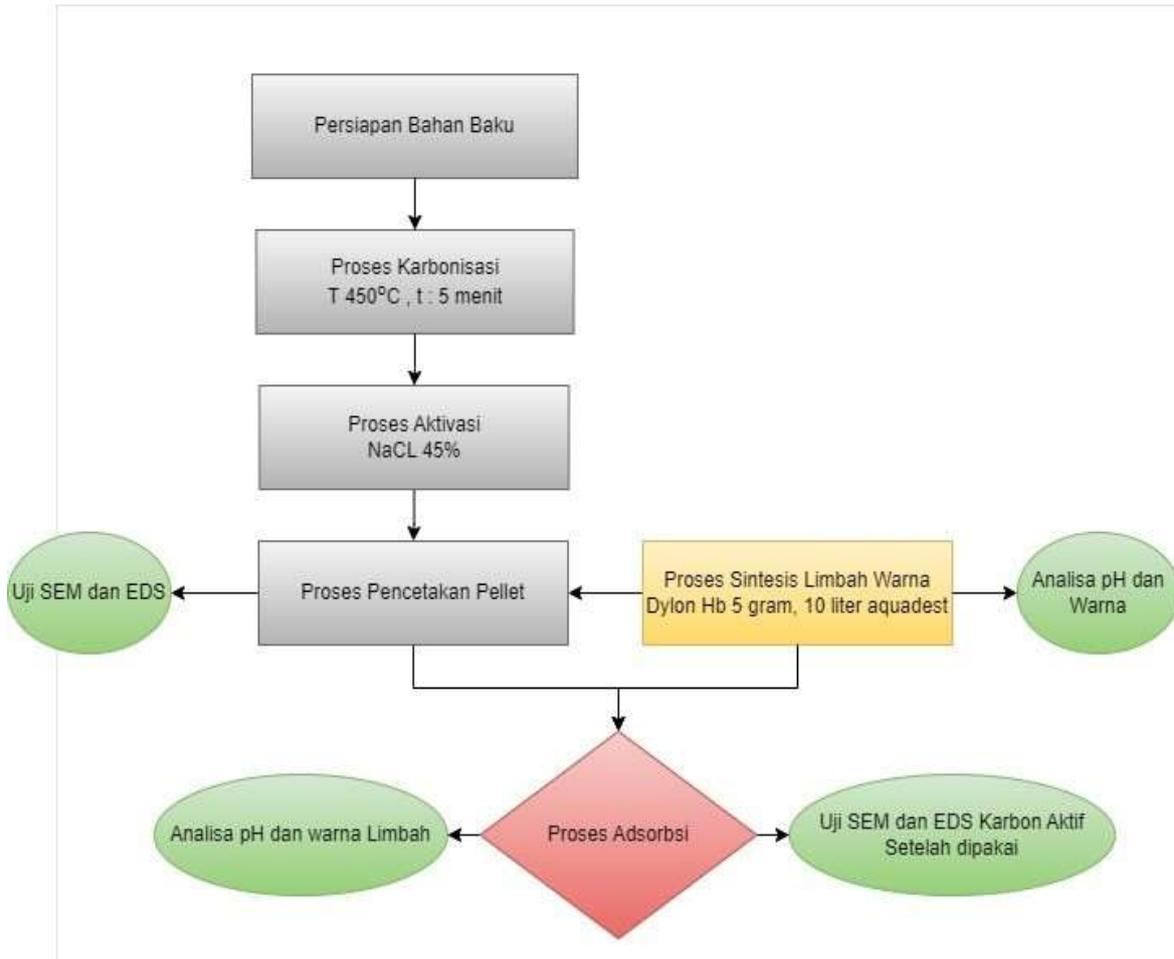
Tahapan proses penelitian adalah (Komala et al., 2021) (Komala et al., 2019)

1. Persiapan bahan baku  
Kulit kacang tanah dibersihkan dari pengotornya, Jemur kulit kacang tanah sampai benar-benar kering lalu dimasukkan ke dalam cawan porselin.
2. Pembuatan C-Aktif Kulit Kacang Tanah  
Kulit Kacang Tanah yang sudah dibersihkan dan dikeringkan dikarbonisasi menggunakan furnace dengan variable temperatur 450 °C selama 5 menit. Angkat dan didinginkan. Arang kulit kacang tanah yang diperoleh dari hasil pembakaran kemudian dihaluskan dan mengayak arang yang dihasilkan dengan ayakan sieve nomor 50 mesh.
3. Aktivasi karbon aktif kulit kacang tanah Kulit kacang tanah yang sudah halus diaktivasi dengan larutan NaCl pada konsentrasi 45% selama 2 hari. Lalu dikeringkan di oven, di haluskan dan di ayak
4. Mencetak karbon aktif kulit kacang tanah dalam bentuk pelet dengan komposisi 100 gr dimana komposisi penyusun adalah sebagai berikut : karbon aktif kulit kacang tanah : zeolit : tanah Liat yaitu 25% : 20% : 55% (A), 50% : 20% : 30% (B) . 75% : 20% : 5% (C).
5. Analisa SEM dan EDS



Gambar 1. Alat analisa SEM-EDX

6. Proses Pembuatan Limbah Pewarna Sintesis 1 gr pewarna sintesis Dylon Hb 5 dimasukkan ke dalam 10.000 ml air. Diaduk hingga tercampur merata kemudian diambil untuk analisis awal.
7. Proses Pengolahan Limbah Secara Adsorpsi dengan Menggunakan Pelet Karbon Aktif 2 gr Karbon aktif pelet dimasukkan ke dalam 200 ml limbah pewarna sintesis, diaduk dengan magnetic stirrer dengan waktu kontak 180 menit.
8. Analisa pH dan warna limbah akhir proses serta analisa SEM dan EDS karbon aktif pelet kulit kacang tanah setelah digunakan untuk proses adsorpsi



Gambar 2. Diagram Alir Proses Adsorpsi pelet Karbon Aktif KKT

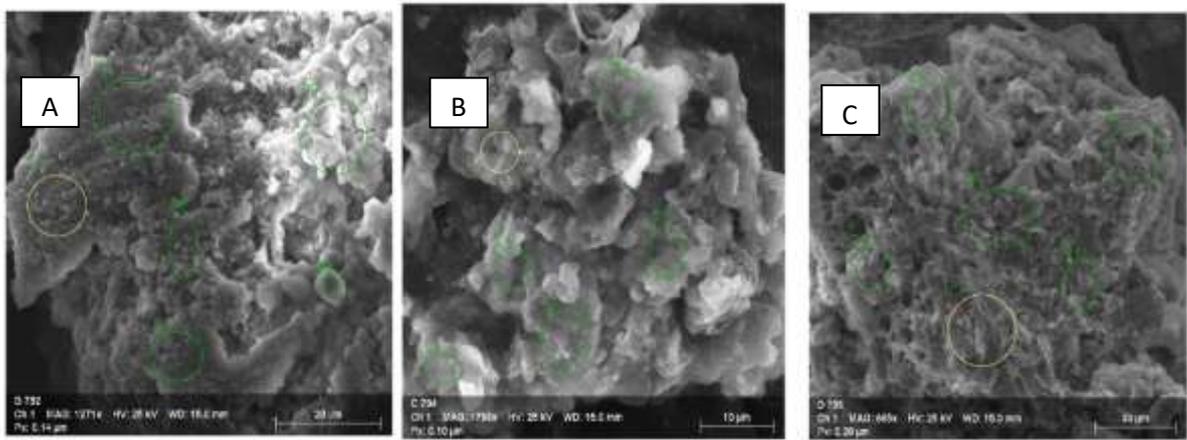
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Berdasarkan analisa terhadap beberapa komposisi C- Aktif, zeolit dan tanah liat dengan pembesaran diperoleh data sebagai berikut:

Dimana rasio C Aktif : Zeolit : Tanah Liat adalah A : 25% : 20% : 55%, B: 50 % : 20% : 30% dan C : 75 % : 20% : 5%

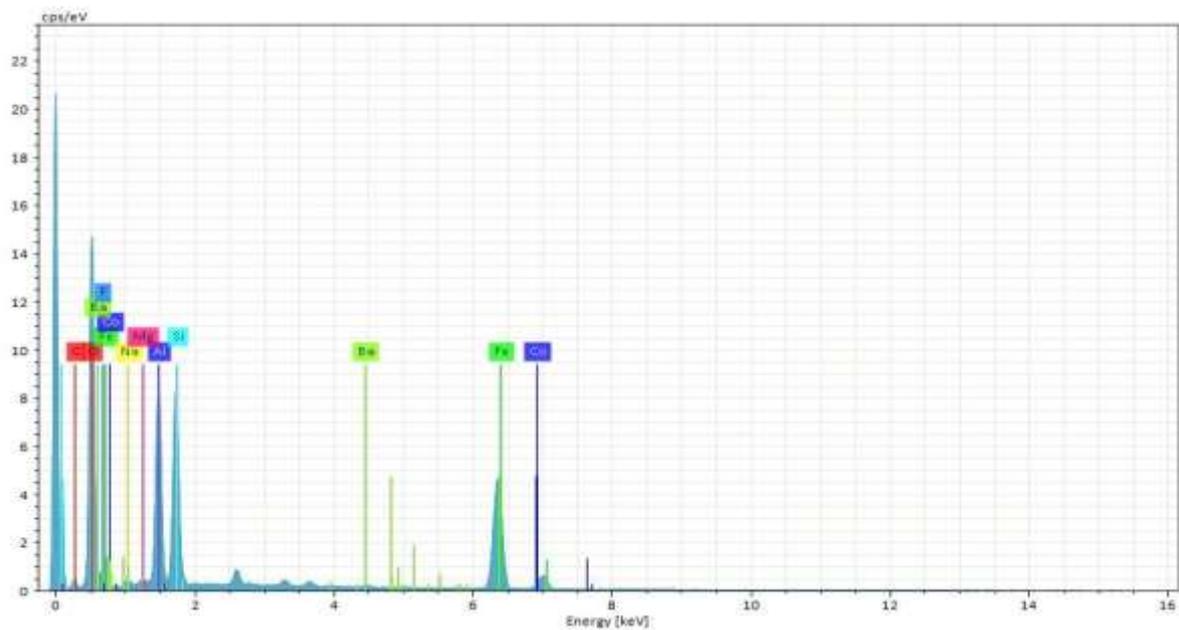
Gambar 3 menunjukkan struktur morfologi karbon aktif kulit kacang tanah dengan rasio komposisi A, B dan C. Dari gambar tersebut terlihat bahwa adanya pembedakan pori-pori yang banyak, hal ini disebabkan karena karbon aktif telah melalui proses karbonisasi dan aktivasi, dimana pada proses karbonisasi dapat menyebabkan terbentuknya pori-pori karena adanya proses penguapan molekul air serta terjadinya degradasi senyawa organik, sedangkan proses aktivasi menyebabkan pori-pori menjadi terbuka sehingga memperbesar pori-pori (Arif & Harmastuti, 2023). Meskipun gambar di atas menunjukkan pembentukan pori-pori yang banyak dan berdekatan akan tetapi bentuk pori-pori belum homogen terlihat pada gambar bahwa pori-pori yang terbentuk kurang seragam atau asimetris. Struktur pori-pori pelet karbon aktif yang lebih rapat mengakibatkan morfologi permukaan pelet menjadi tidak merata



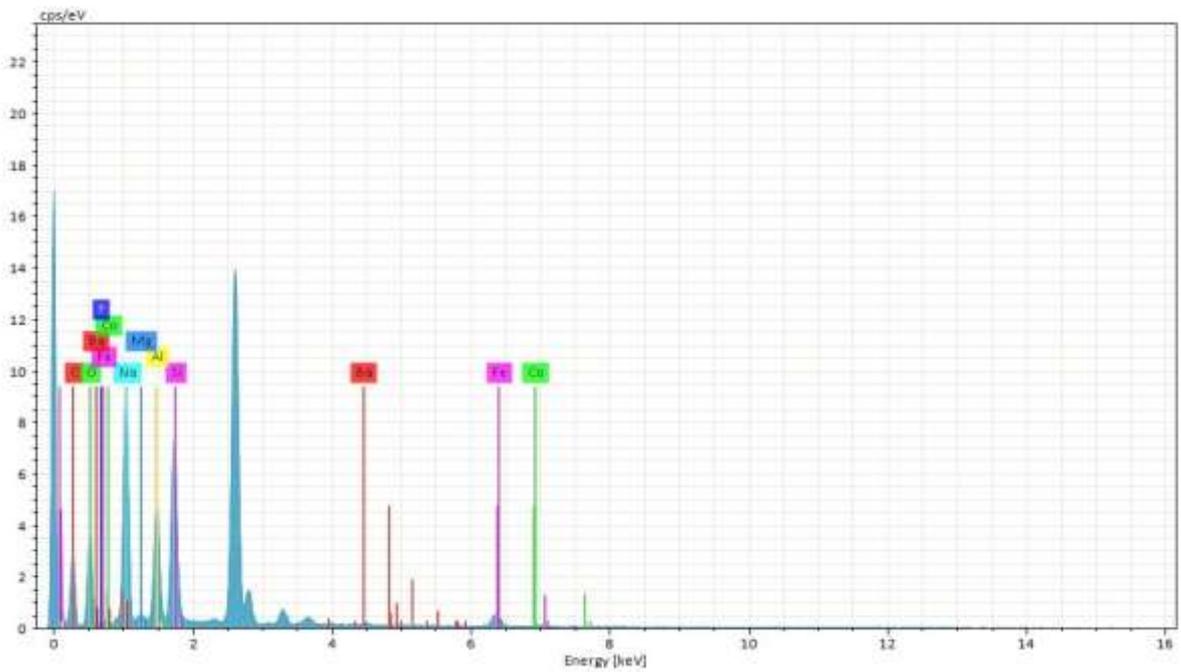
Gambar 3. Struktur morfologi sampel pelet karbon aktif kulit kacang tanah dengan SEM

### Hasil Analisa Energy DispersiSpectroscopy (EDS)

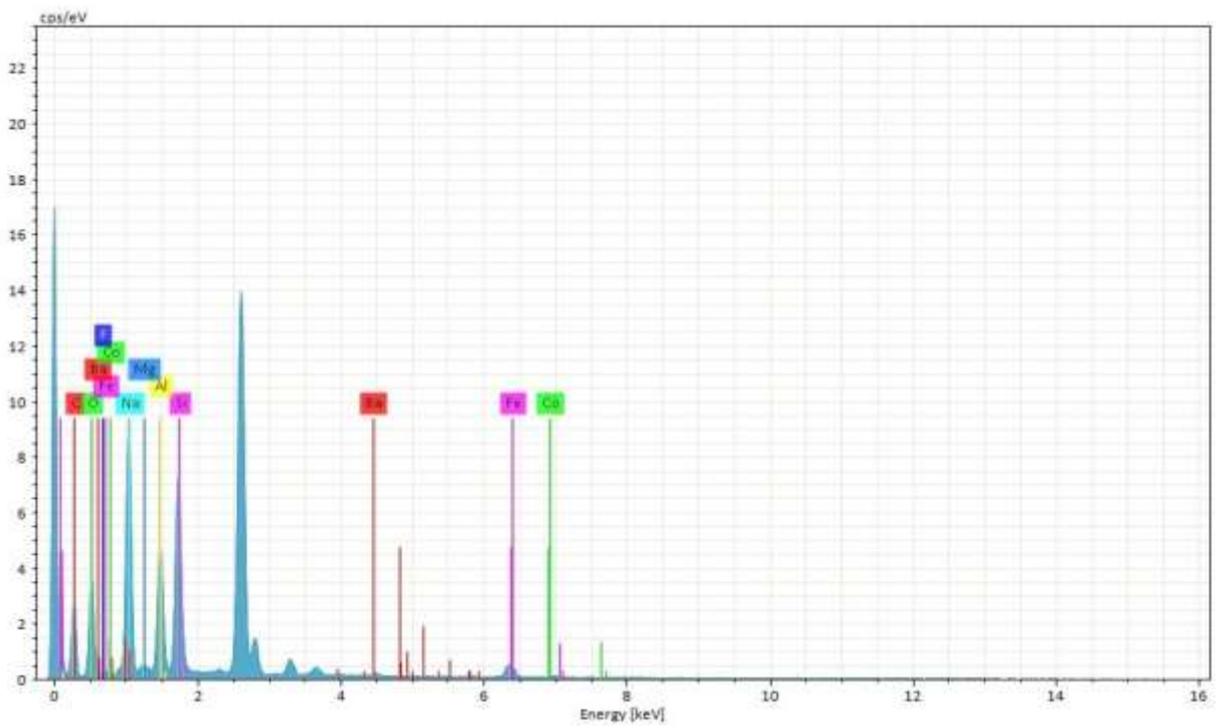
Spektrum Energy Disperse Spectroscopy (EDS) untuk bagian permukaan karbon aktif pelet kulit kacang tanah dapat dilihat pada Gambar 4,5 dan 6



Gambar 4. Spektrum EDS Pelet karbon aktif sampel A



Gambar 5. Spektrum EDS Pelet karbon aktif sampel B



Gambar 6. Spektrum EDS Pelet karbon aktif sampel C

Tabel 1. Tabel unsur penyusun pellet karbon aktif sampel A, B dan C

Unsur	Sampel A (% Atom)	Sampel B (%Atom)	Sampel C (%Atom)
<b>O</b>	64,69	18,06	24,55
<b>C</b>	13,54	54,84	70
<b>Al</b>	5,32	2,56	2,12
<b>Si</b>	4,01	3,15	3,13
<b>Mg</b>	0,30	0,32	0,30
<b>F</b>	1,89	0,06	0,25
<b>Co</b>	0,36	0,02	0,00
<b>Fe</b>	8,64	0,90	0,25
<b>Na</b>	1,19	20,39	2,67
<b>Ba</b>	0,05	0,05	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

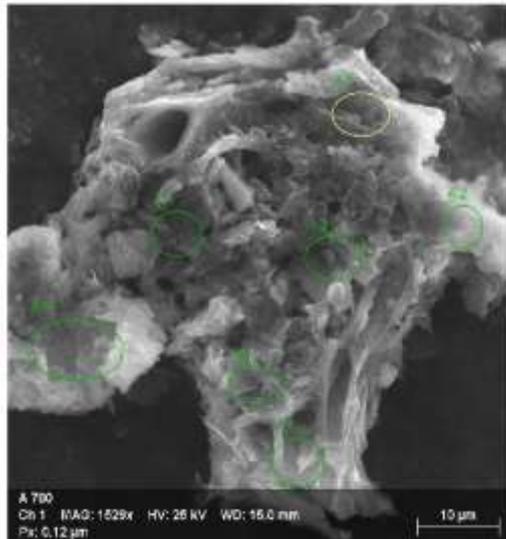
Karakterisasi pelet karbon aktif kulit kacang tanah menggunakan EDS menunjukkan adanya kandungan unsur yang terdapat pada pelet. Gambar 4, 5 dan 6 menunjukkan grafik spectrum EDS dari pelet karbon aktif, dimana sumbu x adalah energi dari setiap unsur yang ada di permukaan, terlihat dari grafik tersebut adanya unsur unsur yang terkandung dalam pelet karbon aktif yaitu oksigen, karbon, Aluminium, Silika, Magnesium, Fluor, Kobalt, Besi, Natrium/Sodium dan Barium. Spektrum unsur yang paling banyak adalah C dan O, Unsur C diperoleh dari karbon aktif kulit kacang tanah dan unsur O diperoleh dari tanah liat.

Tabel 2 menunjukkan jumlah persentase dari atom penyusun pelet, dimana unsur karbon yang paling banyak, terdapat pada sampel C sebesar 70% , hal ini menunjukkan bahwa banyaknya penambahan karbon aktif pada pelet menyebabkan persen atom karbon tinggi sehingga dapat meningkatkan daya adsorbsinya(Kusdarini et al., 2017). Sedangkan atom O paling banyak terdapat pada sampel A yaitu sebesar 64,69 yang diperoleh dari tanah liat(Supriatna, 2014) sebagai unsur pengisi pelet lainnya . Analisa EDS yang dilakukan adalah hanya mampu scanning permukaan karbon aktif yang terkena sinar X-ray saja sehingga unsur-unsur keseluruhan pada karbon aktif tidak dapat terdeteksi semuanya.

### Hasil Analisa Setelah Proses Adsorpsi

Pada proses adsorpsi, sampel C dengan komposisi karbon terbanyak dipilih untuk diaplikasikan untuk menyerap warna pada limbah pewarna sintesis.

Gambar 7 menunjukkan bahwa struktur pori mengalami penyusutan atau mengecil setelah terjadinya proses adsorpsi dengan menggunakan pelet karbon aktif. Hal ini karena terjadinya reaksi pada saat proses adsorpsi, dimana adanya pembentukan senyawa hidrokarbon pada larutan pewarna sintesis yang akan terikat pada karbon aktif pelet kulit kacang tanah.

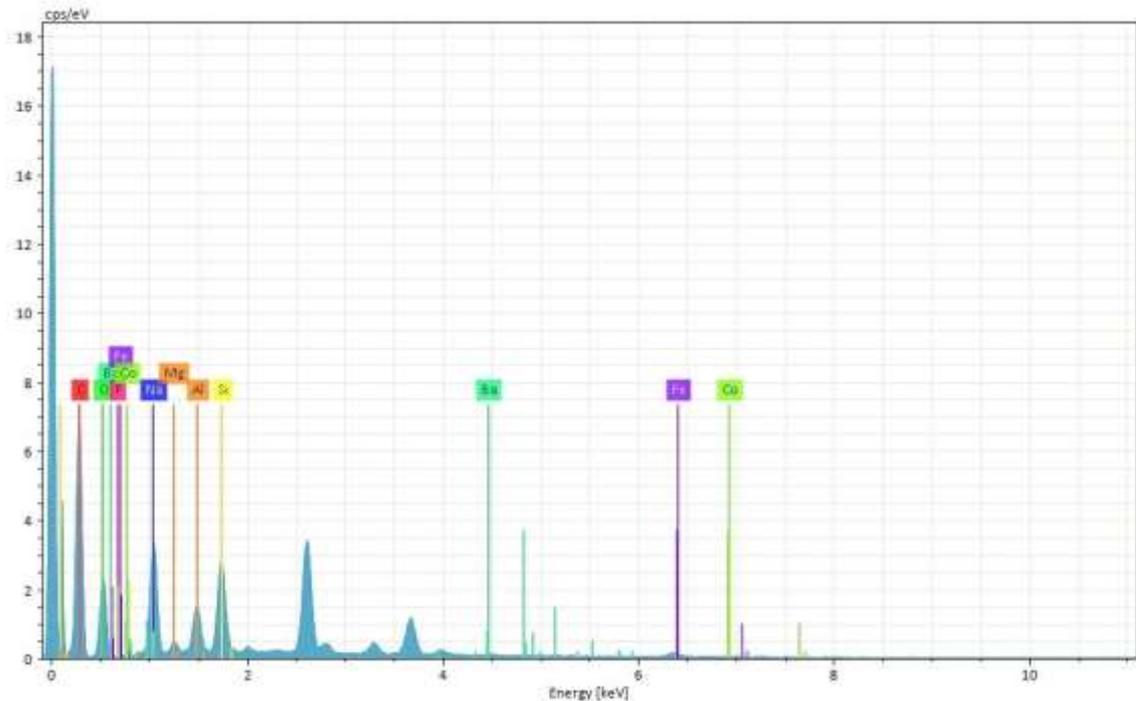


Gambar 7. Struktur morfologi sampel pelet karbon aktif kulit kacang tanah setelah adsorbs menggunakan SEM.

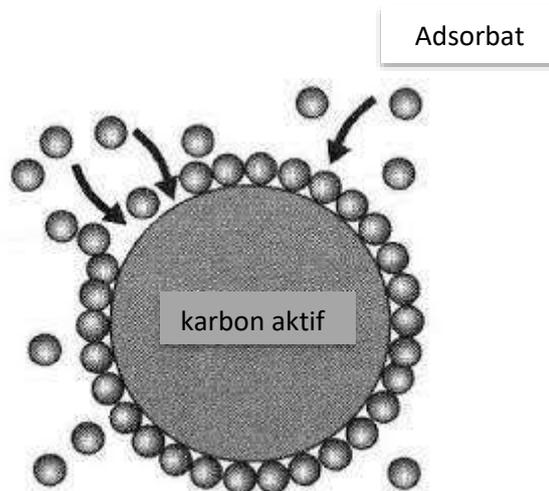
Dan dapat lihat pula pada tabel 2 dan gambar 8. nilai persentase pada unsur karbon setelah digunakan menjadi bertambah. Pelet karbon aktif setelah di aplikasikan pada limbah pewarna sintesis melalui proses adsorpsi menunjukkan persentase unsur karbon menjadi meningkat dari 70 % menjadi 81 %. Hal ini menunjukkan terjadinya peristiwa adsorpsi dimana adanya dua fase yang bergabung sehingga molekul dari suatu fase melekat pada permukaan fase yang lain (Nurlela, 2018). Proses adsorpsi melibatkan interaksi antar permukaan suatu molekul dimana material adsorben memiliki permukaan yang cenderung menarik material lain sehingga material adsorbat yang telah terikat akan menempel pada permukaan adsorben seperti yang ilustrasikan pada gambar 9 (Anugrah et al., 2022).

Tabel 2. Hasil analisa EDS pada pelet karbon aktif setelah Adsorpsi

Unsur	Pelet karbon aktif setelah proses adsorpsi(%NA)
O	13,94
C	81
Al	1,01
Si	1,24
Mg	0,25
F	0,10
Co	0,01
Fe	0,19
Na	2,46
Ba	0,01



Gambar 8. Spektrum EDS Pelet karbon aktif setelah adsorpsi



Gambar 9. Ilustrasi proses adsorpsi

### Hasil Analisa pH dan Warna Pada Limbah Pewarna Sintesis

Salah satu faktor terpenting dalam studi adsorpsi adalah efek keasaman pada medium (Ningsih & Harmawan, 2022). pH larutan memiliki pengaruh yang besar terhadap proses adsorpsi, karena pengaruh keasamaan dalam larutan dapat menyebabkan perubahan muatan permukaan adsorben. Menurut (Rangabhashiyam S et al., 2018) bahwa pH awal larutan cair merupakan parameter kritis karena pH mempengaruhi muatan permukaan biosorben, derajat ionisasi dan spesiasi biosorbat. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan di laboratorium Sucofindo Palembang maka didapat data sebagai berikut :

**Hasil analisa pH limbah pewarna sintesis :**

Tabel 3. pH limbah cair pewarna sintesis sebelum dan sesudah adsorpsi

No	Kode Sample	Parameter	Satuan	Hasil
1.	Sebelum Adsorpsi	pH	-	4,2
2.	Setelah Adsorpsi	pH	-	6,5

Tabel 3 menunjukkan bahwa pH yang awalnya bersifat asam dengan angka 4,2, namun setelah melalui proses adsorpsi naik menjadi 6,5 karena atom H yang bermuatan positif yang terkandung dalam larutan pewarna sintesis terperangkap dalam karbon aktif sehingga terjadi peningkatan nilai pH. dimana hasil ini memenuhi standar baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, 2014), pH yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan adalah 6 sampai dengan 9.

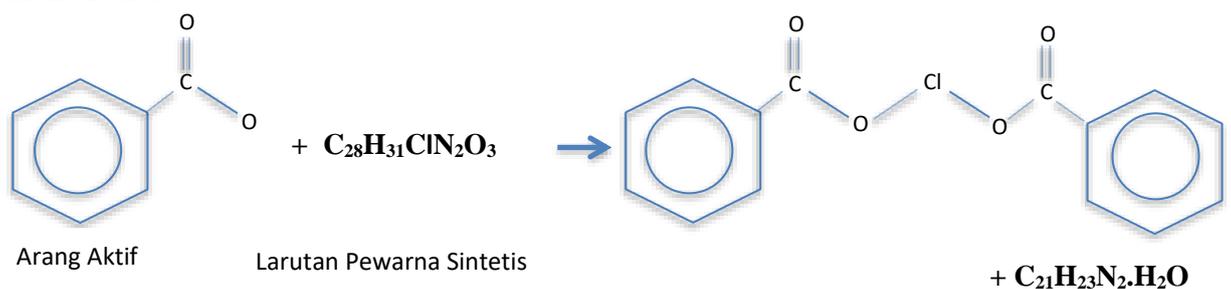
**Hasil Analisa Warna pada limbah cair pewarna sintesis**

Tabel 4. Warna pada limbah cair pewarna sintesis sebelum dan sesudah adsorpsi

No	Kode Sample	Parameter	Satuan	Hasil
1.	Sebelum Adsorpsi	Warna	TCU	1843
2.	Sesudah Adsorpsi	Warna	TCU	155

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil analisa warna sebelum adsorpsi yaitu sebesar 1843 TCU. Setelah melalui proses adsorpsi terjadi kenaikan persentase penurunan warna nya sebesar 91,5 % yaitu 155 TCU. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif pelet kulit kacang tanah dapat menurunkan kadar warna limbah pewarna sintesis yang significant. Proses adsorpsi limbah pewarna sintesis ini terjadi secara eksotermis dimana karbon aktif sebagai adsorben dan adsorbat ( substansi yang akan dipisahkan dari larutan pewarna sintesis) akan melepaskan panas yang mengakibatkan terjadinya penurunan pergerakan molekul adsorbat tersebut sehingga menyebabkan adsorbat menempel pada permukaan adsorben dan membentuk lapisan tipis.

Mekanisme reaksi



## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapat struktur morfologi pelet karbon aktif kulit kacang tanah dengan Uji SEM adalah adanya pori yang banyak tetapi bentuknya belum homogeny atau tidak seragam. Spektrum EDS menunjukkan unsur C dan O yang paling banyak terdapat, dimana % atom C paling tinggi pada sampel C sebesar 70% dan O paling banyak didapat pada sampel A sebesar 64.69 % adsorbs.dengan pertimbangan atom karbon yang paling banyak maka sampel C menjadi pilihan untuk diaplikasikan pada proses penyerapan limbah pewarna sintesis. Adsorben setelah pemakaian pada proses adsorbs di uji kembali struktur morfologinya , dari uji SEM terlihat struktur luas permukaan pori adsroben yang menyusut atau mengeci, berdasarkan spectrum eds yang dihasilkan bahwa nilai persentase pada unsur karbon semakin bertambah dari 70% menjadi 81 % , hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif pelet kulit kacang tanah dapat digunakan dengan baik sebagai adsorben pada proses adsorbsi limbah pewarna sintesis. Hal ini juga diperkuat dengan hasil analisa pH dan Warna , dimana terjadi penurunan kadar warna yaitu dari 155 TCU menjadi 1843 TCU sebesar 91,5 % dan kenaikan yang awalnya bersifat asam menjadi netral yaitu 6,5, dimana nilai ini telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah sesuai dengan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, I. R., Nisa, N. N. A., Luthfiana, F., & Dani, A. M. F. (2022). Penerapan Prinsip Interaksi Antar Molekul dalam Pengolahan Limbah Batik. *Tadris Kimia*, 2(1), 19–28.
- Arif, F., & Harmastuti, N. (2023). Pengaruh pH dan Lama Waktu Kontak Arang Ampas Tebu yang Diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan CaCl<sub>2</sub> serta Kombinasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan CaCl<sub>2</sub> untuk Menurunkan Ion Logam Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> pada Limbah Industri Kosmetik X The Effect of pH and Contact Time of Carbon from Sugarcane Baggas. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 19(02), 206–220.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi Palawija (Ton), 2020-2022*.
- Haryanti, A., Norsamsi, Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. (2014). Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Jurnal Konversi*, 3(2), 20–22.
- Komala, R., Dewi, D. S., & Hajiansyah, G. (2019). Pengaruh Penambahan C- Aktif Kulit Kacang Tanah Terhadap Karakteristik Morfologi Dan Unsur-Unsur Penyusun Membran Keramik Dan Aplikasinya Terhadap Pengolahan Limbah Pewarna Batik. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 5(2), 159. <https://doi.org/10.35449/teknika.v5i2.95>
- Komala, R., Dewi, D. S., & Pandiyah, N. (2021). Proses Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah Terhadap Penurunan Kadar Cod Dan Bod Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Redoks*, 6(2), 139–148. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/redoks/article/view/6382>
- Kusdarini, E., Budianto, A., & Ghafarunnisa, D. (2017). Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Kombinasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Nh<sub>4</sub>Hco<sub>3</sub>, Dan Termal. *Reaktor*, 17(2), 74–80. <https://doi.org/10.14710/reaktor.17.2.74-80>
- Mutia, U., Saleh, C., & Daniel. (2018). Uji kadar asam laktat pada keju kacang tanah (*arachis hypogaea* l.) Berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi bakteri *lactobacillus bulgaricus* dan *streptococcus lactis*. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 10(2).
- Ningsih, S., & Harmawan, T. (2022). Pengaruh Penambahan Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Terhadap Derajat Keasaman Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Keumueneng Langsa. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 20–23. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4317>

- Novianto, E. D., Pradipta, M. S. I., Suwasdi, S., Mursilati, M., & Purnomo, S. B. (2020). Pemanfaatan Limbah Agroindustri Kacang Tanah Sebagai Media Pertumbuhan Mikrobia Probiotik *Lactobacillus bulgaricus*. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 35–41. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2020.9.1.35>
- Nurlela. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Kerajinan Songket Tradisional dengan Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif. *Journal Health and Science*, 3(2), 44.
- Patri, M. Y., & Oktasari, A. (2019). Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium. *Prosiding Seminar Nasional Sains ....* <http://semnas.radenfatah.ac.id/index.php/semnasfst/article/view/52%0Ahttp://semnas.radenfatah.ac.id/index.php/semnasfst/article/viewFile/52/49>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. (2014). *Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah: Vol. P.16*. file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf
- Rangabhashiyam S, Lata, S., & P, B. (2018). Biosorption characteristics of methylene blue and malachite green from simulated wastewater onto *Carica papaya* wood biosorbent. *Surfaces and Interfaces*, 10, 197–215.
- Rusdiyana, R., Indriyanti, D. R., Marwoto, P., Iswari, R. S., & Cahyono, E. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair dari Kulit Kacang Tanah dan Kulit Pisang terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bayam. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 528–533. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1331>
- Sembiring, M., Sipayung, R., & Sitepu, F. (2014). Pertumbuhan Dan Produksi Kacang Tanah Dengan Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Frekuensi Pembumbunan Yang Berbeda. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(2), 98329. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7066>
- Sihite, M., Nugrahini, Y. L. R. E., & Simanjuntak, E. M. (2021). Efektivitas Ekstrak Kulit Kacang Tanah Dan Bakteri *Lactobacillus Acidophilus* Sebagai Sinbiotik. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 2(4), 225–233. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i4.29998>
- Supriatna, anggama. milla. (2014). Penggunaan Tanah Liat Sebagai Media Pembelajaran. *Cakrawala Dini*, 5(1), 45–50. <https://ejournal.upi.edu/index.php/cakrawaladini/article/view/10495>
- Wahyuni, N., Asfar, A. I. T., Asfar, A. I. A., Asrina, A., & Ishak, A. T. (2022). *Pupuk Organik Limbah Kulit Kacang Tanah (KKT)*.
- Zaini, H. (2019). Study efektifitas penyerapan pb (ii) di dalam air tercemar pada bioadsorben kulit kacang tanah dan ampas tebu. *Jurnal Vokasi*, 3(1), 12. <https://doi.org/10.30811/vokasi.v3i1.991>