

Ilalang (*Imperata cylindrica* sp) sebagai Bioadsorben Teraktivasi HCl untuk Adsorpsi Karoten dari Crude Palm Oil (CPO)

Rafael Remit Winardi^{*1}, Healthy Aldriany Prasetyo²

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia
Jl. Willem Iskandar, Medan

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Medan Area
Jl. Kolam No.1, Medan Estate

*) Korespondensi : rafael@itsi.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengolah arang aktif berbahan ilalang dengan metode *pirolisis*, menemukan ukuran partikel adsorben arang aktif ilalang yang terbaik dalam proses adsorpsi atau penjemputan beta karoten pada CPO, memanfaatkan gulma ilalang menjadi arang aktif sebagai bahan adsorpsi β -karoten dari crude palm oil (CPO) dan mengetahui mutu Asam Lemak Bebas (ALB) dan DOBI dari *crude palm oil* (CPO) setelah proses adsorpsi. Metode penelitian kan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 4 ukuran partikel yaitu 200 mesh, 300 mesh, 400 mesh dan 500 mesh yang diaktivasi dengan HCl dan NaOH serta 3 kali pengulangan.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh ukuran partikel arang aktif ilalang (*Imperata cylindrica*) yang diaktivasi dengan HCl dan NaOH terhadap karoten pada CPO (*crude palm oil*) adalah pada ukuran 500 mesh hasil kadar karoten 490,47 ppm, ALB 3,04% dan DOBI 2,03. Sedangkan untuk uji bentuk dan morfologi, bioadsorben dengan ukuran 500 mesh memiliki jumlah pori yang lebih banyak dan lebih besar.

Kata kunci: *ilalang (Imperata cylindrica)*, *ukuran partikel*, *adsorben*, *karoten*.

ABSTRACT

This study aimed to produce activated carbon from *Imperata cylindrica* using pyrolysis; determine the optimal particle size of the activated carbon adsorbent for the adsorption (removal) of beta-carotene from Crude Palm Oil (CPO); utilize *Imperata cylindrica* weeds as an adsorbent material for β -carotene; and assess the Free Fatty Acid (FFA) content and DOBI value of the CPO following the adsorption process.

A non-factorial Completely Randomized Design (CRD) was employed, testing four particle sizes (200, 300, 400, and 500 mesh) activated with HCl and NaOH—with three replications.

The results indicated that the 500-mesh particle size of *Imperata cylindrica* activated carbon yielded a carotene content of 490.47 ppm, an FFA level of 3.04%, and a DOBI value of 2.03. Furthermore, morphological analysis revealed that the 500-mesh bio-adsorbent possessed a greater number of pores as well as larger pores.

Keywords: *imperata cylindrica*, *particle size*, *adsorbent*, *carotene*.

Pendahuluan

Prospek perkembangan industri minyak kelapa sawit saat ini sangat pesat, dimana terjadi peningkatan jumlah produksi kelapa sawit seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat. Menurut BPDPKS, (2022) peluang pemanfaatan CPO (*Crude Palm Oil*) bisa dijadikan sebagai bahan bakar atau bisa disebut biodiesel, dan saat ini telah menggunakan 50% kandungan *Fatty Acid Metyl Ester* (FAME) atau B50.

Minyak sawit kasar atau CPO merupakan salah satu sumber karoten tertinggi yang diekuivalenkan dengan retinol (pro-vitamin A). Kandungan β -Carotene yang terdapat pada CPO menurut *Codex Committee on Fat and Oil* adalah berkisar 500–2.000 mg/kg, sedangkan varietas Dura yang berasal dari Nigeria berkisar antara 800-1600 ppm (Nugroho, 2019). Karoten adalah pigmen alami yang terdapat pada minyak kelapa sawit dan memiliki nilai nutrisi tinggi. Karoten memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang dapat berperan penting dalam menstabilkan radikal berinti karbon, sehingga dapat bermanfaat untuk mengurangi risiko terjadinya kanker (Sitompul et al., 2020). Di bagian tengah senyawa tersebut merupakan rantai atom C yang panjang dengan ikatan-



ikatan rangkap yang dapat ditukar dengan ikatan tunggal, pada kedua ujung rantai ini terdapat cincin segi enam (Syukri, 2021).

Teknologi proses pemurnian minyak pada industri minyak goreng dan biodiesel selama ini menyebabkan karotenoid dan tokoferol sebagai komponen minor yang bermanfaat bagi kesehatan manusia mengalami kerusakan karena berlangsung pada suhu tinggi. Untuk itu, diperlukan upaya penjumlahan komponen karotenoid dari minyak sawit dengan teknik tertentu sehingga dapat meningkatkan nilai tambah minyak sawit (Sriwijaya et al., 2022).

Adsorpsi adalah salah satu teknologi pemisahan *karoten* pada *crude palm oil* (CPO) yang paling banyak digunakan dan teknologi alternatif murah. Penelitian terdahulu kebanyakan menggunakan arang aktif tempurung kelapa sawit, ampas teh, pelepah kelapa sawit dan lain-lainnya dengan aktivator yang berbeda juga (Irvan et al., 2016).

Ilalang adalah bahan potensial untuk pembuatan adsorben. Menurut (Fadli, 2020) bahwa ilalang (*Imperata cylindrica*) mempunyai kandungan selulosa yang tinggi. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan menyebutkan ilalang memiliki kadar abu 5,42%, silica 3,6%, lignin 18,12%, dan alfa selulosa 40,28%. Berdasarkan penelitian ilalang dapat menyebar dengan cepat, dapat tumbuh kembali dengan cepat, dan dapat menekan pertumbuhan tanaman di sekitarnya (Fadli, 2020). Ilalang (*imperata cylindrica*) merupakan limbah pertanian yang mengandung polisakarida dalam bentuk selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin (Howard et al., 2003).

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan ilalang (*Imperata cylindrica*) sebagai arang aktif dengan memanfaatkan kandungan karbon dan silica yang terkandung dalam ilalang untuk menyerap karoten dengan dengan mempertahankan mutu awal CPO.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan faktor tunggal ukuran partikel dengan variasi lolos saringan 200 mesh, lolos saringan 300 mesh, lolos saringan 400 mesh dan lolos saringan 500 mesh dengan 3 kali pengulangan. Pengujian antar perlakuan dilakukan menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA), jika terjadi perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji uncan atau DMRT (Duncan's Multiple Range Test).

Parameter yang diamati adalah morfologi adsorben yang telah diaktivasi dengan menggunakan uji SEM (*Scenning Electron Microscopy*), nilai DOBI dengan menggunakan uji Spektrofotometer UV-Vis dan kadar asam lemak bebas (FFA) dengan metode ittrasi.

Tahapan penelitian yang dapat dilakukan untuk menginvestigasi pengaruh ukuran partikel arang aktif alang-alang terhadap adsorpsi beta karoten pada CPO (*Crude Palm Oil*) dapat melibatkan langkah-langkah berikut:

Pembuatan arang aktif dengan metode pirolisis

Ilalang segar dipotong-potong kecil dan dikeringkan dengan sinar matahari. Potongan yang telah kering diarsang dengan metode pirolisis. Arang yang diperoleh diayak dengan menggunakan saringan (test sieve) ukuran 200 mesh; 300 mesh; 400 mesh dan 500 mesh. Hasil pengayakan (penyaringan) masing-masing dikeringkan di dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian masing – masing dari ukuran partikel arang tersebut direndam menggunakan HCl 1M dengan perbandingan 1:100 dan didiamkan selama 1 malam, kemudian dinetralkan dengan NaOH sampai pH 7). Selanjutnya variasi ukuran partikel arang tersebut di saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 130 °C selama 6 jam dan dikarakterisasi dengan menggunakan uji *Scanning Elektron Microscope* (SEM).

Adsorpsi β -karoten dengan menggunakan arang aktif

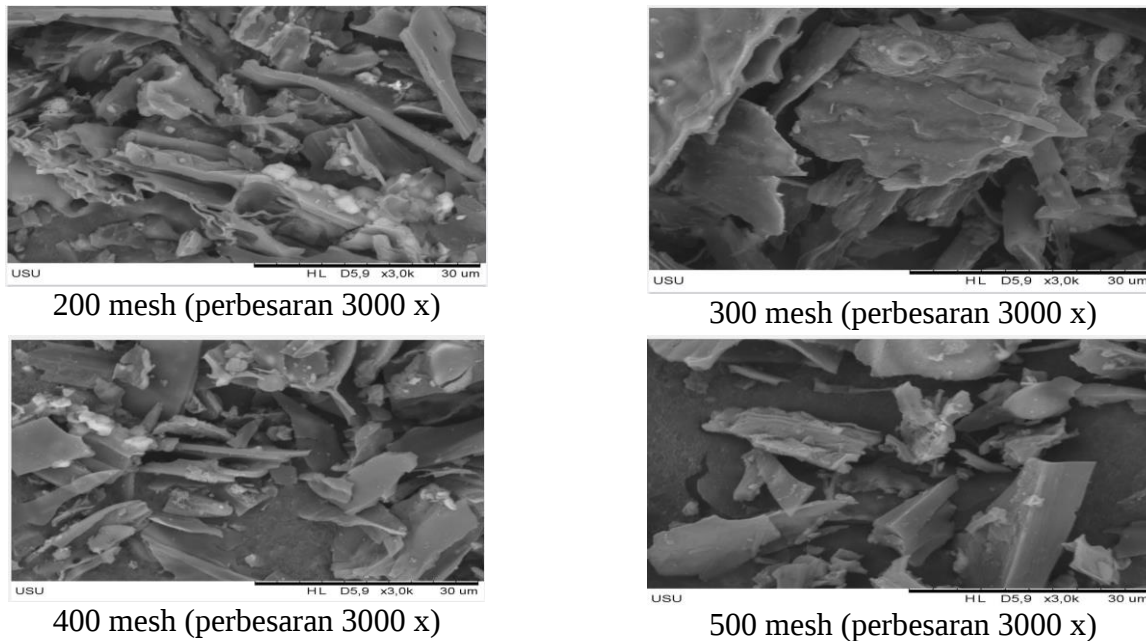
Mencampurkan arang aktif dan minyak kelapa sawit dengan perbandingan (w/w) 1:100 dalam beaker glass. Kemudian campuran dipanaskan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 1 jam dan dihomogenkan menggunakan *magnetic sterierr* pada kecepatan konstan 1200 rpm. Supernatan yang terpisah diambil sebagai sampel untuk dianalisa kadar karoten, asam lemak bebas, dan DOBI.



Hasil dan Pembahasan

Analisa Morfologi Permukaan Bioadsorben

Analisa morfologi permukaan bioadsorben dari ilalang yang sudah disaring/diayak dengan menggunakan saringan 200, 300, 400 dan 500 mesh dan melalui proses aktivasi dengan larutan HCl dan NaOH dengan menggunakan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Morfologi Bioadsorben teraktivasi HCl dan NaOH dengan SEM

Berdasarkan Gambar 1, morfologi bioadsorben yang sudah diaktivasi dengan HCl dan NaOH memiliki permukaan pori yang banyak dengan ukuran yang tidak merata. Proses aktivasi dilakukan untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang agar porositas arang dapat ditingkatkan (La Ifa, et al., 2016). Hal ini dikarenakan bioadsorben mengalami proses aktivasi sehingga memiliki stabilitas termal yang baik dan memiliki karakter kovalen yang tinggi. Stabilitas termal berperan dalam mempertahankan kestabilan zat pengaktif dalam proses aktivasi untuk membuka pori-pori karbon sehingga dapat memperluas permukaan. Dimana permukaan bioadsorben 300 mesh sedikit lebih besar dibandingkan 200 mesh. Morfologi bioadsorben 500 mesh yang sudah diaktivasi dengan HCl dan NaOH memiliki permukaan pori yang banyak dengan ukuran yang tidak merata dan lebih besar dibandingkan dengan bioadsorben 400 mesh, 300 mesh dan 200 mesh.

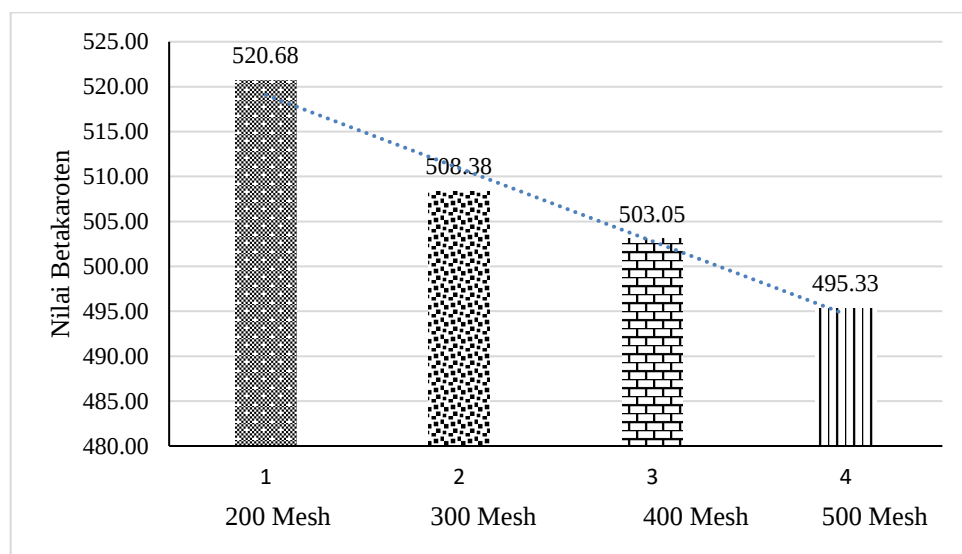
Kadar karoten pada CPO

Analisa kadar karoten pada CPO (*crude palm oil*) dilakukan dengan metode spektrofotometri. Hasil uji karoten setelah adsorpsi CPO (*crude palm oil*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar karoten pada CPO setelah adsorpsi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
200 Mesh	529,43	494,07	538,54	1562,04	520,68
300 Mesh	523,81	501,38	499,95	1525,14	508,38
400 Mesh	508,69	495,39	505,07	1509,15	503,05
500 Mesh	499,12	496,40	490,47	1485,99	495,33
Total	2061,05	1987,24	2034,03	6082,32	-
Rata-Rata	515,26	496,81	508,51	-	506,86

Dari Tabel 1 diketahui bahwa ukuran partikel adsorben ilalang mampu melakukan adsorpsi karoten pada CPO (*crude palm oil*). Semakin kecil ukuran partikel adsorben aka semakin besar daya serapnya terhadap karoten. Ukuran partikel 500 mesh memiliki kemampuan yang lebih besar yaitu 495,33 mg/Liter dan yang terendah dalam penyerapan ditunjukkan oleh ukuran partikel 200 mesh yaitu 520,68 mg/Liter dari kadar beta karoten awal 603,23 mg/Liter. Hal ini disebabkan karena material yang memiliki diameter yang lebih kecil mempunyai tingkat penyerapan yang lebih besar (Elmariza et al., 2015). Kadar β - karoten standar mutu (500 -700 ppm) (Hasibuan & Harjanto, 2015). Hasil Uji Anova menunjukkan bahwa variasi ukuran partikel tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar karoten.



Gambar 1. Kadar Karoten Pada CPO Setelah Adsorpsi

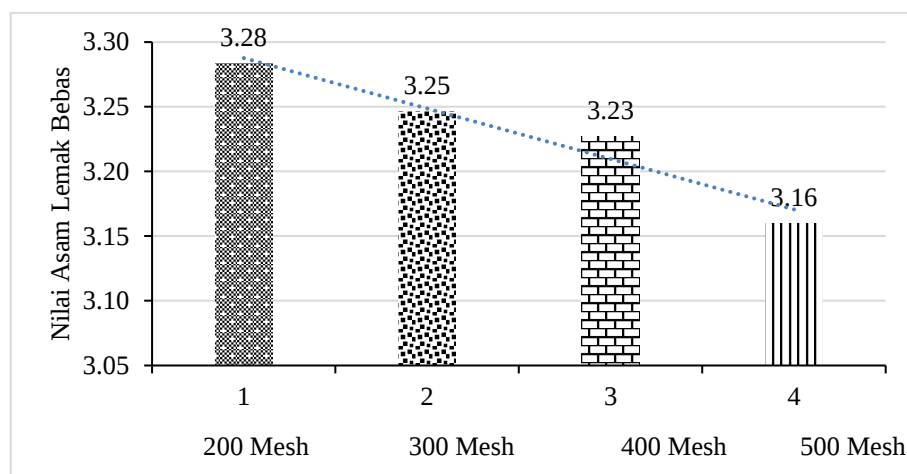
Kadar asam lemak bebas atau FFA (*Free Fatty Acid*)

Analisa FFA (free fatty acid) dilakukan dengan manual dengan cara titrasi dan menggunakan alat analisa mutu pada CPO (*crude palm oil*) yaitu Foss Nirs DA 1650. NIRS DA1650. Hasil uji asam lemak bebas dari CPO (*crude palm oil*), setelah pengadsorpsian CPO (*crude palm oil*) menggunakan variasi ukuran partikel adsorben arang ilalang, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar asam lemak bebas pada CPO setelah adsorpsi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
200 Mesh	3,32	3,23	3,30	9,85	3,28
300 Mesh	3,51	3,00	3,23	9,74	3,25
400 Mesh	3,12	3,52	3,04	9,68	3,23
500 Mesh	3,04	3,12	3,32	9,48	3,16
Total	12,99	12,87	12,89	38,75	-
Rata-Rata	3,25	3,22	3,22	-	3,23

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pengaruh ukuran partikel adsorben ilalang ketika dapat menurunkan asam lemak bebas pada CPO (crude palm oil). Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar daya serap adsorben terhadap asam lemak bebas. Kadar asa lemak terkecil terdapat pada perlakuan adsorben ukuran 500 mesh yaitu 3,16% dan yang terendah terdapat nilai yang tertinggi terdapat pada perlakuan adsorben dengan ukuran partikel 200 mesh yaitu 3,28% dari kadar asam lemak bebas awal 4,11%. Gambaran penurunan kadar asam lemak bebas seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Kadar Asam Lemak Bebas

Gambar 3. menunjukkan bahwa ukuran partikel yang lebih kecil maka lebih kuat daya serapnya dalam pengadsorpsian *beta karoten* terjadi juga penurunan asam lemak bebas pada *crude palm oil*. Hal ini disebabkan karena material yang memiliki diameter yang lebih kecil mempunyai tingkat penyerapan yang lebih besar (Erwinsyah, 2020).

Nilai DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*) pada CPO

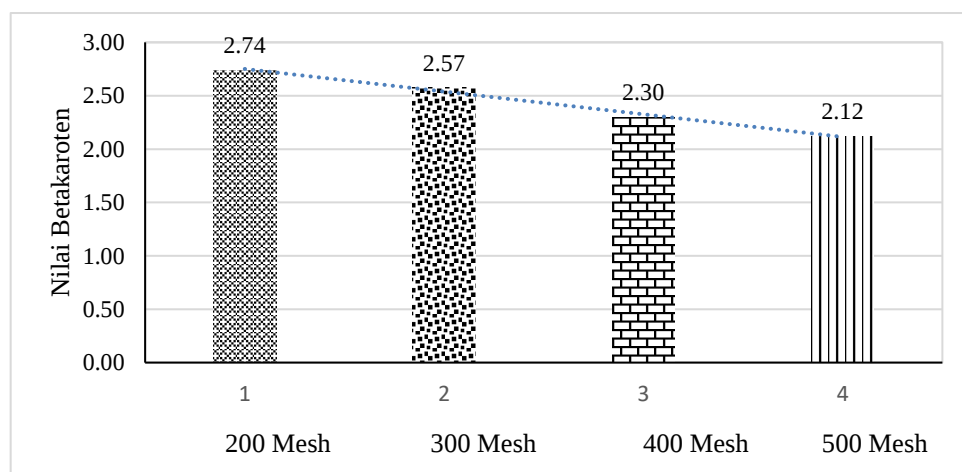
DOBI dan karoten adalah salah satu indikator untuk kualitas CPO. Dimana DOBI adalah perbandingan serapan pada rentang tampak dan serapan pada rentang UV yang diperlukan untuk menentukan kualitas CPO, sedangkan karoten adalah pigmen fotosintesis yang berwarna oranye yang penting untuk fotosintesis. Kualitas CPO yang merupakan kebutuhan awal untuk menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi. Dari hal tersebut diatas, maka pengolahan minyak kelapa sawit dapat ditentukan standar mutu DOBI (Hasibuan & Harjanto, 2015),

Tabel 1. Nilai DOBI pada CPO setelah adsorpsi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
200 Mesh	2,71	2,64	2,86	8,21	2,74 ^{cd}
300 Mesh	2,61	2,67	2,44	7,72	2,57 ^c
400 Mesh	2,27	2,36	2,27	6,90	2,30 ^b
500 Mesh	2,18	2,15	2,03	6,36	2,12 ^a
Total	9,77	9,82	9,60	29,19	-
Rata-Rata	2,44	2,46	2,40	-	2,43

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada α .05

Dari Tabel 3 diperoleh hasil bahwa ukuran partikel dari adsorben mempengaruhi Nilai DOBI pada CPO (*crude palm oil*). Secara statistik uji Anova menunjukkan bahwa variasi ukuran partikel mempengaruhi nilai DOBI secara nyata.



Gambar 4 Perubahan nilai DOBI setelah adsorpsi

Gambar 4 menunjukkan bahwa ukuran partikel adsorben lebih kecil mampu merubah nilai DOBI pada CPO yang lebih besar. Dari nilai awal 3,05 sebelum di adsorpsi menjadi 2,74 , 2,57 , 2,30 dan 2,12. Hal ini disebabkan karena material yang memiliki diameter yang lebih kecil mempunyai tingkat penyerapan yang lebih besar (Irvan et al., 2016).

Kesimpulan

Ilalang (*imperata cylindrica*) dapat bertindak sebagai adsorben dengan aktivasi HCl. Ukuran partikel arang aktif ilalang lolos 500 mesh lebih besar menyerap Asam Lemak Bebas dan Nilai DOBI dibandingkan dengan ukuran partikel lolos 200 mesh, lolos 300 mesh dan lolos 400 mesh. Pengadsorpsian atau penjemputan *beta karoten* pada CPO (*crude palm oil*) menggunakan arang aktif ilalang (*imperata cylindrica*) tidak mempengaruhi mutu Asam Lemak Bebas dan DOBI dari CPO tersebut.

Daftar Pustaka

Amanda, A. S., Azhari, A., Sulhatun, S., Suryati, S., & Meriatna, M. (2022). Penurunan Kadar FFA(Free Fatty Acid) Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben Pencampuran Bentonit Dan Tanah Liat (Lempung) Melalui Proses Adsorpsi. *Chemical Engineering Journal Storage (Cejs)*, 2(1), 82.



<https://doi.org/10.29103/Cejs.V2i1.4676>

- Bimantio, M.P. (2018). Kinerja Proses Produksi Crude Palm Oil (CPO) *Skala Pilot Plant* Di. 123–123.
- BPKS. (2022). *Ringkasan Hasil Penelitian - Pekan Riset Sawit Indonesia 2022*. <https://BPDP.or.id>
- Elmariza, J., Zaharan, T. A., & Savante, A. (2015). Optimasi Ukuran Partikel, Massa Dan Waktu Kontak Karbon Aktif Berdasarkan Efektivitas Adsorpsi B-Karoten Pada Cpo. *Jurnal Kimia*, 4(2), 1–5.
- Erwinsyah; (2020). Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Mutu Sabun Berbasis Minyak Jelantah. http://repo.itsi.ac.id/index.php?P=Show_Detail&Id=330&Keywords=
- Fadli, M. R. (2020). Pembuatan Karbon Aktif Dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Untuk Menurunkan Kadar Krom (Cr). *Teknik Kimia*, 13–15.
- Hasibuan, H. A. (2016). *Deterioration Of Bleachability Index Of Crude Palm Oil: Review Material And Recommendation For SNI 01-2901-2006*. *Journal Of Standardisation*, 18(1), 24–33.
- Hasibuan, H. A., & Harjanto, S. (2015). Kajian Lanjutan Kandungan Karoten Pada Crude Palm Oil Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 1(2). <http://js.bsn.go.id/index.php/standardisasi/article/view/677%0ahttps://js.bsn.go.id/index.php/standardisasi/article/viewfile/677/416>
- Howard, R. L., Abotsi, E., Van Rensburg, E. L. J., & Howard, S. (2003). Lignocellulose Biotechnology: Issues Of Bioconversion And Enzyme Production. *African Journal Of Biotechnology*, 2(12), 702–733. <https://doi.org/10.5897/Ajb2003.000-1115>
- Imammuddin, A., Soeparman, S., Suprpto, W., & Sonief, A. (2018). Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Mikrostruktur Dan Pembentukan Kristal Pada Biokarbon Eceng Gondok Sebagai Bahan Dasar Absorber Gelombang Elektromagnetik Radar. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 135–141. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jrm.2018.009.02.10>
- Irvan, Olyvia Putri Wardhani, Nurul Aini, & Iriany. (2016). Adsorpsi B-Karoten Yang Terkandung Dalam Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 5(1), 52–57. <https://doi.org/10.32734/Jtk.V5i1.1525>
- Howard, R. L., Abotsi, E., Van Rensburg, E. L. J., & Howard, S. (2003). *Lignocellulose biotechnology: Issues of bioconversion and enzyme production*. *African Journal of Biotechnology*, 2(12), 702–733. <https://doi.org/10.5897/ajb2003.000-1115>
- Lempang, M. (2014). Pembuatan Dan Kegunaan Karbon Aktif. *Jurnal Info Teknis Eboni*, 11(2), 65–80. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5041/4463arang>
- Nugroho, A. (2019). Teknologi Agroindustri Kelapa Sawit. In *Lambung Mengkurat Universitas Press*
- La Ifa, Nurjannah, M. Takdir Syarif & Darnengsih,. (2016). Bioadsorben Dan Aplikasinya. In *Revista Brasileira De Linguística Aplicada* (Vol. 5, Issue 1). <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/download/1659/1508%0ahttp://hipatiapress.com/hpjour-nals/index.php/qre/article/view/1348%5cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500799708666915%5cnhttps://mckinseysociety.com/downloads/reports/educa>
- Rahmi, R., & Sajidah. (2017). Pemanfaatan Adsorben Alami (Bioadsorben) Untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb) Dalam Limbah Cair. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 271–279.
- Silalahi, M. (2022). Penggunaan Spektrofotometri Untuk Pengujian Kadar Beta Karoten Cpo (Crude Palm Oil) Di Laboratorium Kimia Analisa. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima*, 5(2), 26–30. <http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/juriti/article/view/2796>



- Sitompul, I. I., Yusmarini, & Pato, U. (2020). Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia. *Jurusan Teknologi Hasil Pertanian*, 12(02), 10–16.
- Sriwijaya, P. N., Afrizal, Y., Dewi, E., (2022). Pengolahan Crude Palm Oil (CPO) Menjadi Minyak Sawit Merah (Msm) Menggunakan Filter Batuan Zeolit , Membran Keramik Dan Cartridge Filter Processing Of Crude Palm Oil (CPO) Into Red Palm Oil (Rpo) Using Zeolite , *Ceramic Membrane And Cartridge Filt.* 13(03), 11–19.
- Syukri, D. (2021). Pengetahuan Dasar Tentang Senyawa Karotenoid Sebagai Bahan Baku Produksi Produk Olahan Hasil Pertanian. In *Andalas University Press* (Vol. 1, Issue 3).
- Ulfa, A. M., Retnaningsih, A., & Aufa, R. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit Dan Minyak Zaitun Kemasan Secara Alkalimetri. *Jurnal Analis Farmasi*, 2(4), 242–250.



