

Roihatur Rohmah
Pelangi Eka Yuwita
Moh. Mu'id Efendi



EKSTRAKSI SENYAWA AKTIF JAGUNG





Tentang Penulis

Roihatur Rohmah dilahirkan di Tuban, 26 Maret 1994. Setelah menamatkan Pendidikan di MAN Lasem, Rembang, melanjutkan Pendidikan S-1 di Jurusan Fisika ITS. Selama S-1 banyak pengalaman yang di peroleh mulai dari Pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Lanjut S-2 di ITS juga dengan beasiswa fresh graduate ITS yang ditempuh dalam 3 semester dan lulus pada Maret 2018. Setelah lulus dari ITS mengabdikan di kampus UNUGIRI Bojonegoro pada tahun ajaran baru semester gasal 2018/2019 di program studi Teknik Informatika dan dipindah homebase di semester genap 2018/2019 ke program studi Sistem Komputer. Selain kesibukan mengajar, juga aktif dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Penelitian yang difokuskan yaitu bidang material.

Pelangi Eka Yuwita, lahir di Bojonegoro pada 15 Mei 1990. Menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Bojonegoro pada tahun 2009, dan melanjutkan studi strata satu di Universitas Negeri Malang Fakultas MIPA Jurusan Fisika mengambil konsentrasi pada bidang Fisika Material. Kemudian melanjutkan studi pasca sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Fakultas MIPA Jurusan S2 Fisika bidang material. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro di Fakultas Sains dan Teknologi prodi Teknik Mesin. Pengalaman penelitian dimulai semenjak menjadi mahasiswa Fisika di Universitas Negeri Malang. Sampai saat ini aktif melaksanakan penelitian Dosen. Beberapa penelitian dilakukan di bidang material tentang karbon. Dari penelitian tersebut telah beberapa kali lolos pendanaan Hibah oleh Ristek DIKTI. Berawal dari kegiatan penelitian tentang karbon inilah yang melatarbelakangi penulis untuk membuat karya buku hasil penelitian tentang karbon aktif.

Moh. Mu'id Efendi, lahir di Tuban pada 06 Juli 1997. Tamat pendidikan di SMK Negeri Rengel pada tahun 2015, setelah lulus terjun ke dunia kerja selama 3 tahun di perusahaan yang ada di Surabaya dan Sidoarjo. Kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri pada tahun 2019 di Fakultas Sains dan Teknologi khususnya di Program Studi Teknik Mesin. Pengalaman penelitian dimulai dari semester 3 yang lolos pendanaan oleh Ristek DIKTI. Berawal dari penelitian tersebut menjadi ketertarikan kepada penelitian, dan sampai saat ini ikut serta dalam membantu dan melaksanakan penelitian Dosen.

EKSTRAKSI SENYAWA AKTIF JAGUNG

Roihatur Rohmah
Pelangi Eka Yuwita
Moh. Mu'id Efendi



PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

EKSTRAKSI SENYAWA AKTIF JAGUNG

- Penulis** : Roihatur Rohmah
Pelangi Eka Yuwita
Moh. Mu'id Efendi
- Editor** : Darmawan Edi Winoto, S.Pd., M.Pd.
- Desain Sampul** : Eri Setiawan
- Tata Letak** : Rizki Rose Mardiana
- ISBN** : 978-623-487-836-3
- No. HKI** : EC00202323215

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MARET 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan
Bojongsari Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau
seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara
apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik
perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul “**Ekstraksi Senyawa Aktif Jagung**”. Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku ini mencoba memulai dari proses mensintesis limbah jagung berupa kulit dan tongkol jagung menjadi karbon aktif dan mengetahui karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari limbah jagung berupa kulit dan tongkol jagung. Sehingga melalui buku ini penulis dapat mengajak untuk mengurangi limbah yang dihasilkan jagung menjadi produk yang lebih bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 JAGUNG.....	4
A. Klasifikasi Jagung.....	4
B. Jenis-jenis Jagung.....	6
C. Akar Jagung.....	8
D. Batang dan Daun Jagung.....	9
E. Kulit Jagung.....	11
F. Tongkol Jagung.....	14
BAB 3 SENYAWA PADA JAGUNG.....	15
A. Selulosa.....	15
B. Karbon.....	17
C. Karbon Aktif.....	24
D. Pemanfaatan Karbon Aktif.....	29
E. Aktivasi Karbon.....	34
F. Aplikasi Karbon Aktif.....	39
G. Grafit.....	43
H. Nano Karbon.....	45
BAB 4 PROSES ADSORPSI.....	47
A. Proses Adsorpsi.....	47
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	48
C. Jenis-jenis Adsorpsi.....	49
D. Adsorben.....	50
E. XRD (X-ray Diffractometer).....	52
BAB 5 KARAKTERISTIK KARBON AKTIF PADA JAGUNG.....	55
A. Proses Ekstraksi Jagung.....	55
B. Karakterisasi Ekstrak Jagung.....	56
BAB 6 KESIMPULAN.....	65

DAFTAR PUSTAKA.....	66
TENTANG PENULIS	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kandungan Zat Gizi Jagung (Tiap 100 Gr Bahan).....	5
Tabel 3. 1	Parameter Kisi Kristal.....	21
Tabel 3. 2	Penggunaan dan Kegunaan Karbon Aktif.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Limbah Kulit Jagung sebagai Pakan Ternak	1
Gambar 2. 1	Tanaman Jagung	5
Gambar 2. 2	Akar Jagung	9
Gambar 2. 3	Batang dan Daun Jagung.....	11
Gambar 2. 4	Struktur selulosa	12
Gambar 2. 5	Struktur hemiselulosa	13
Gambar 3. 1	Struktur Selulosa.....	15
Gambar 3. 2	Diagram Fasa Karbon.....	18
Gambar 3. 3	(a) karbon serbuk dan (b) karbon batang	19
Gambar 3. 4	Susunan Atom Dalam A) Struktur Kristal dan B) Struktur Amorf.....	20
Gambar 3. 5	Geometri Kisi-kisi Ruang	21
Gambar 3. 6	Alotrof karbon (a) intan kubik (001), (b) grafit heksagonal, (c) karbon non-grafitik, dan (d) fullerene.....	23
Gambar 3. 7	Pori-pori pada Karbon Aktif	26
Gambar 3. 8	Struktur Kristal Grafit Hexagonal.....	26
Gambar 3. 9	(a) Posisi puncak hasil difraksi pada struktur grafit hexagonal (Hassel, 1924); (b) Pola difraksi sinar-X pada grafit (h-graphite) dan karbon turbostratik (ϕm)	27
Gambar 3. 10	Struktur Material Karbon Aktif	28
Gambar 3. 11	Mekanisme aktivasi agen self-activating melalui template in situ.....	36
Gambar 3. 12	Hasil SEM karbon (a) sebelum aktivasi dan (b) setelah aktivasi dengan activator HCl.....	38
Gambar 3. 13	Hasil gambar FE-SEM dari keempat sampel karbon aktif (a) batang pisang teraktivasi KOH, (b) batang pisang teraktivasi H ₂ PO ₄ , (c) tongkol jagung, dan (d) pati kentang.....	41

Gambar 3. 14	a) mineral grafit, b) serbuk grafit, dan c) struktur kristal grafit.....	44
Gambar 4. 1	Skema kerja xrd	54
Gambar 5. 1	Hasil uji FTIR pada Karbon Aktif Kulit Jagung.....	57
Gambar 5. 2	Hasil uji FTIR pada Karbon Aktif Tongkol Jagung.....	58
Gambar 5. 3	Hasil Pola Difraksi Serbuk Karbon Aktif Kulit Jagung.....	59
Gambar 5. 4	Hasil Pola Difraksi Serbuk Karbon Aktif Tongkol Jagung.....	61
Gambar 5. 5	Morfologi Serbuk Karbon Aktif Kulit Jagung.....	62
Gambar 5. 6	Morfologi Serbuk Karbon Aktif Tongkol Jagung.....	63

BAB

1

PENDAHULUAN

Tanaman jagung merupakan tanaman yang mempunyai banyak kegunaan dalam produksi pangan. Produksi pangan yang dihasilkan dari jagung memanfaatkan biji jagung yang dihasilkan. Sedangkan kulit jagung, tongkol jagung, dan limbah jagung lainnya umumnya dibakar atau digunakan sebagai pakan ternak seperti pada gambar 1.1. Pembakaran limbah jagung yang hasilnya tidak dimanfaatkan oleh orang awam sebenarnya memiliki manfaat yang lebih jika limbah jagung tersebut diolah menjadi produk lain seperti karbon atau karbon aktif.



Gambar 1. 1 Limbah Kulit Jagung sebagai Pakan Ternak
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

BAB

2

JAGUNG

A. Klasifikasi Jagung

Jagung (*Zea mays*) adalah tanaman pangan penghasil karbohidrat yang sangat penting di dunia, selain gandum dan padi. Sebagian besar penduduk Amerika Tengah dan Selatan, biji jagung adalah pangan pokok, dan sebagian penduduk Afrika dan beberapa daerah di Indonesia. Pada masa sekarang, jagung sudah menjadi komponen penting pakan ternak. Penggunaan lainnya yaitu sebagai sumber minyak pangan dan bahan dasar tepung maizena. Berbagai produk cabang hasil jagung menjadi bahan baku untuk berbagai produk seperti industri farmasi, kosmetika, dan kimia. *Jago* (Bima), *jhaghung* (Madura), *rigi* (Nias), *eyako* (Enggano), *wataru* (Sumba), *latung* (Flores), *fata* (Solor), *pena* (Timor), *gandung* (Toraja), *kastela* (Halmahera), *telo* (Tidore), *binthe* atau *binde* (Gorontalo dan Buol), dan *barelle'* (Bugis). Di kawasan timur Indonesia juga memakai istilah *milu*, yang mengadaptasi dari kata *milho*, berarti "jagung", dalam bahasa Portugis (Dewi et al., 2020).

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) adalah jenis tanaman rumput-rumputan dan berbiji tunggal (monokotil). Jagung juga merupakan tanaman rumput kuat, sedikit berumpun dengan batang kasar dan tingginya berkisar 0,6-3 m. Tanaman jagung termasuk jenis tumbuhan bermusim dengan umur \pm 3 bulan. Dalam sistematika (*taksonomi*) tumbuhan

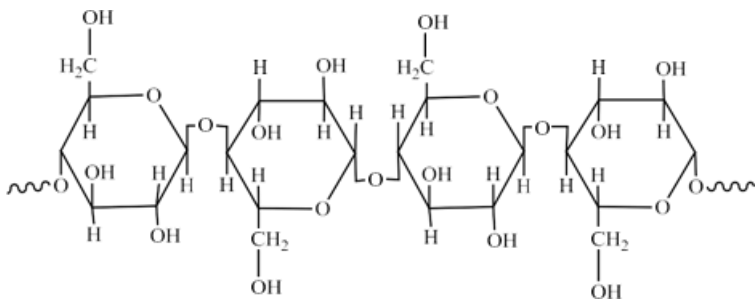
BAB 3

SENYAWA PADA JAGUNG

A. Selulosa

Selulosa atau serat adalah senyawa organik yang sangat banyak di bumi, hal ini dikarenakan sekitar 33% dari materi penyusun tanaman terdiri atas selulosa. Selulosa merupakan serat alam yang mempunyai beberapa keunggulan meliputi mampu meredam suara/kebisingan, isolasi temperatur, densitas rendah dan kemampuan mekanik tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri (Akbar, 2017).

Molekul Selulosa memiliki bentuk lurus dan gugus hidroksil bebas membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil selulosa lainnya yang terletak sejajar dengan selulosa. Kurang lebih 80 molekul selulosa bergabung untuk membentuk suatu mikrofibril. Mikrofibril adalah unit struktur utama dari dinding sel tumbuhan.



Gambar 3. 1 Struktur Selulosa

Sumber: (Mulyadi, 2019)

BAB

4

PROSES ADSORPSI

A. Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan dimana molekul gas atau cairan diadsorpsi oleh suatu padatan dan terjadi secara reversibel. Dalam proses adsorpsi terdapat dua komponen yaitu adsorbat sebagai yang di serap dan adsorben sebagai penyerap. Adsorben merupakan padatan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap cairan pada permukaannya sedangkan adsorben dapat berupa zat organik, pigmen, dan zat pembasah. Kesetimbangan adsorpsi terjadi ketika larutan bersentuhan dengan adsorben padat dan partikel adsorben bergerak dari larutan ke keadaan padat sampai konsentrasi adsorpsi larut dan padatan berada dalam kesetimbangan. Dalam mengukur kesetimbangan adsorpsi, hal ini dapat dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan adsorpsi awal dan saat terjadi kesetimbangan, dimana model kesetimbangan yang sering digunakan dalam sistem adsorpsi yaitu model isothermal Freundlich dan Langmuir. Adsorpsi adalah fenomena yang terkait erat dengan permukaan di mana interaksi antara molekul cair atau gas dan partikel padat terlibat. Interaksi ini terjadi karena gaya tarik-menarik atom atau molekul yang menutupi permukaan. Kapasitas adsorpsi karbon aktif tergantung pada jenis pori dan jumlah permukaan adsorpsi yang memungkinkan. Adsorpsi terjadi karena molekul pada permukaan padatan atau cairan memiliki gaya tarik yang

BAB 5

KARAKTERISTIK KARBON AKTIF PADA JAGUNG

A. Proses Ekstraksi Jagung

Peralatan dan bahan yang digunakan yaitu kulit jagung dan tongkol jagung sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif, HCl (asam klorida) sebagai pelarut logam pengotor dalam serbuk karbon, NH_4OH (Amonium Hidroksida) sebagai larutan aktivator, aquades sebagai pelarut agar pH karbon netral, stirer untuk mencampurkan baha-bahan, and *furnace* untuk proses oksidasi dan pirolisis.

1. Persiapan material Sintesis Karbon Aktif

Bahan dasar ini yaitu tongkol jagung dan kulit jagung. Masing-masing bagian dipisahkan untuk mendapatkan dua jenis karbon aktif. Tongkol jagung dan kulit jagung diberi perlakuan yang sama dalam persiapan material yaitu dibersihkan, dipotong-potong, dan dikeringkan. Setelah itu, tongkol dan kulit jagung dibakar dengan suhu 110°C hingga menjadi arang atau karbon. Karbon yang dihasilkan dari pembakaran dihaluskan kemudian diayak dengan mesh 200 untuk karbon tongkol jagung dan mesh 60 untuk karbon kulit jagung.

2. Proses Sintesis Karbon Aktif

Serbuk karbon yang dihasilkan dari proses pengayakan disintesis untuk menjadi karbon aktif yang diaktivasi secara kimia. Serbuk karbon ditimbang sebanyak 10gram kemudian direndam dalam larutan HCl

BAB

6

KESIMPULAN

Limbah jagung berupa kulit dan tongkol jagung dapat disintesis dengan aktivator kimia NH_4OH menjadi karbon aktif yang diindikasikan adanya ikatan rangkap dua $\text{C}=\text{C}$ yang memiliki gugus fungsi cincin aromatic

Karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari limbah jagung berupa kulit dan tongkol jagung yaitu terbentuknya pori-pori pada serbuk karbon aktif yang dihasilkan dengan ukuran $\pm 2 \mu\text{m}$ sampai $3,5 \mu\text{m}$ pada serbuk karbon aktif kulit jagung dan memiliki struktur fasa karbon amorf untuk kedua serbuk karbon aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M. B., Hasan Johir, M. A., Zhou, J. L., Ngo, H. H., Nghiem, L. D., Richardson, C., Moni, M. A., & Bryant, M. R. (2019). Activated carbon preparation from biomass feedstock: Clean production and carbon dioxide adsorption. *Journal of Cleaner Production*, 225, 405–413. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.342>
- Aini, N., Rahayu, A., & Jamilatun, S. (2022). POTENSIAL BIOSORBEN DALAM REMOVAL FOSFAT DENGAN METODE ADSORBSI: A REVIEW. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1(1).
- Akbar, M. (2017). *Karakteristik Papan Akustik Dari Limbah Kulit Jagung Dengan Perkat Lem Fox* [PhD Thesis]. Uin Alauddin.
- Ali, A., Chiang, Y. W., & Santos, R. M. (2022). X-ray Diffraction Techniques for Mineral Characterization: A Review for Engineers of the Fundamentals, Applications, and Research Directions. *Minerals*, 12(2), 205.
- Anantha-Iyengar, G., Shanmugasundaram, K., Nallal, M., Lee, K.-P., Whitcombe, M. J., Lakshmi, D., & Sai-Anand, G. (2019). Functionalized conjugated polymers for sensing and molecular imprinting applications. *Progress in Polymer Science*, 88, 1–129.
- Anggriawan, A., Atwanda, M. Y., & Lubis, N. (2019). KEMAMPUAN ADSORPSI LOGAM BERAT Cu DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN KULIT JAGUNG (*Zea Mays*). *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 27–30.
- Anwar, S. R., Suwandi, S., & Utami, A. R. I. (2021). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida Terhadap Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Solar. *EProceedings of Engineering*, 8(2).

- Astuti, W., & Sulistyaningsih, T. (2021). Karbon Aktif Berbasis Eceng Gondok. *Inovasi Sains Dan Kesehatan*, 6–6.
- Atmayudha, A. (2007). Pembuatan Karbon Aktif berbahan dasar tempurung kelapa dengan perlakuan aktivasi terkontrol serta uji kinerjanya. *Skripsi, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- Bajpai, P., Jana, U., & Ratnapandian, S. (2022). Assessment of Changes in Corn Husk Fibres after Acid Treatment. *Tekstilec*, 65(2), 106–112.
- Bhattacharya, D. A. K. (2022). *Physico-Chemical Behaviour of Beneficiated Indian Graphite*. Allied Publishers.
- Carbon Rods Technical Grade – Lab Consumables Microscope Singapore*. (2022).
<https://www.fractiontechnologies.com/products/carbon-rods-technical-grade/>
- Chakraborty, T. (2021). *Nanoscale Quantum Materials: Musings on the Ultra-Small World*. CRC Press.
- Charles E. Baukal, J. (2013). *The John Zink Hamworthy Combustion Handbook: Volume 3 Applications*. CRC Press.
- Chowdhury, S. R. (2022). *Radiation Technologies and Applications in Materials Science*. CRC Press.
- Chung, D. D. L. (2019). *Carbon Materials: Science And Applications*. World Scientific.
- Desiana, I., Yulianti, I., & Sujarwata, S. (2017). Selulosa kulit jagung sebagai adsorben logam cromium (Cr) pada limbah cair batik. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 19–24.
- Dewi, A., Mansur, A., & Adhistyo, T. (2020). Pembuatan Pasta Spagetty dengan Menggunakan Tepung Jagung (Zea Mays Saccharata) Lokal sebagai Substitusi Tepung Terigu Dilihat dari Aspek Kandungan Gizi Vitamin B1, B2 & Protein. *Gemawisata: Jurnal Ilmiah Pariwisata*, 16(2), 94–103.

- Dufresne, A. (2017). *Nanocellulose: From Nature to High Performance Tailored Materials*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Ertas, A., Boyce, C., & Gulbulak, U. (2020). Experimental Measurement of Bulk Thermal Conductivity of Activated Carbon with Adsorbed Natural Gas for ANG Energy Storage Tank Design Application. *Energies*, 13, 682. <https://doi.org/10.3390/en13030682>
- Farhad, S., Gupta, R. K., Yasin, G., & Nguyen, T. A. (2022). *Nano Technology for Battery Recycling, Remanufacturing, and Reusing*. Elsevier.
- Farma, R., & Tondang, O. L. (2019). Analisis Sifat Fisis Karbon Aktif Dari Biomassa Daun Kelapa Sawit Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Koh Berbantuan Iradiasi Gelombang Mikro. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV*.
- Fasman, G. D. (2019). Tentative Rules for Carbohydrate Nomenclature Part 1 (1969). In *Handbook of Biochemistry and Molecular Biology* (pp. 100–136). CRC Press.
- Ferrera, M. R. R., Kangb, J.-K., Choic, J.-W., Leed, C.-G., & Parke, S.-J. (2021). *Surface modification of activated carbon via HCl or NH₃*.
- Firdayanti, N. (2018). *Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Dan Jenis Aktivator Agent Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Keluak (Pangium Edule R.)* [PhD Thesis]. Universitas Brawijaya.
- Fitrianti, I. (2016). *Uji Konsentrasi Formulasi Bacillus subtilis BNt8 Terhadap Pertumbuhan Benih Jagung (Zea mays L.) Secara In vitro* [PhD Thesis]. Univeritas Islam Negeri Alauddin Makassar.

- (Gajre)Kulkarni, V., Butte, K., & Rathod, S. (2012). Natural Polymers- A comprehensive Review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 3, 1597-1613.
- Gao, Y., Yue, Q., Gao, B., & Li, A. (2020). Insight into activated carbon from different kinds of chemical activating agents: A review. *Science of the Total Environment*, 746, 141094.
- Ghaedi, M. (2021). *Adsorption: Fundamental Processes and Applications*. Academic Press.
- Ghosh, S., Santhosh, R., Jeniffer, S., Raghavan, V., Jacob, G., Nanaji, K., Kollu, P., Jeong, S. K., & Grace, A. N. (2019). Natural biomass derived hard carbon and activated carbons as electrochemical supercapacitor electrodes. *Scientific Reports*, 9(1), 1-15.
- Goel, D. P., Sahni, J., Singh, V., Singla, D., Shukla, T., Ranjan, A., Roshan, R. K., Soni, E., Ansari, S., & Singh, D. P. (2021). *General Studies Manual Paper-1 2022*. Arihant Publications India limited.
- Hassel, O. (1924). *Ueber die Kristallstruktur des Graphits*. <http://www.crystallography.net/cod/1200017.html>
- Hidayah, N., Istiani, A. N., & Septiani, A. (2020). Pemanfaatan jagung (*Zea mays*) sebagai bahan dasar pembuatan keripik jagung untuk meningkatkan perekonomian masyarakat di desa panca tunggal. *Al-Mu'awanah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 37-43.
- Hu, G., Cai, X., & Rong, Y. (2021). *Structure*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Huddart, D., & Stott, T. A. (2020). *Earth Environments*. John Wiley & Sons.
- Intratec. (2019). *Activated Carbon Production from Coconut Shell – Cost Analysis – Activated Carbon E12A*. Intratec.

- IR *Spectrum Table.* (2022).
<https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table>
- Irwandi, I. (2021). *Kimia Teknik*. PT Penerbit IPB Press.
- Islam, R., Khair, N., Ahmed, D. M., & Shahariar, H. (2019). Fabrication of low cost and scalable carbon-based conductive ink for E-textile applications. *Materials Today Communications, 19*, 32–38.
- Ismail, H., Sapuan, S. M., & Ilyas, R. A. (2022). *Mineral-Filled Polymer Composites Handbook, Two-Volume Set*. CRC Press.
- Jaeger, H., & Frohs, W. (2021). *Industrial Carbon and Graphite Materials: Raw Materials, Production and Applications*. John Wiley & Sons.
- Jawad, A. H., Abdulhameed, A. S., Wilson, L. D., Syed-Hassan, S. S. A., ALOthman, Z. A., & Khan, M. R. (2021). High surface area and mesoporous activated carbon from KOH-activated dragon fruit peels for methylene blue dye adsorption: Optimization and mechanism study. *Chinese Journal of Chemical Engineering, 32*, 281–290.
- Jawad, A. H., & Surip, S. N. (2022). Upgrading low rank coal into mesoporous activated carbon via microwave process for methylene blue dye adsorption: Box Behnken Design and mechanism study. *Diamond and Related Materials, 127*, 109199.
- Jr, W. D. C., & Rethwisch, D. G. (2020). *Callister's Materials Science and Engineering*. John Wiley & Sons.
- Kristianingrum, S. (n.d.). *HANDOUT SPEKTROSKOPI INFRA MERAH (Infrared Spectroscopy, IR) Oleh: 15.*

- Laos, L. E., Masturi, M., & Yulianti, I. (2016). PENGARUH SUHU AKTIVASI TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF KULIT KEMIRI. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, 5, SNF2016-135. <https://doi.org/10.21009/0305020226>
- LeDoux, J. (2019). *The Deep History of Ourselves: The Four-Billion-Year Story of How We Got Conscious Brains*. Penguin.
- Li, Z. Q., Lu, C. J., Xia, Z. P., Zhou, Y., & Luo, Z. (2007). X-ray diffraction patterns of graphite and turbostratic carbon. *Carbon*, 45(8), 1686–1695.
- Liu, L., Shen, Z., Zhang, X., & Ma, H. (2021). Highly conductive graphene/carbon black screen printing inks for flexible electronics. *Journal of Colloid and Interface Science*, 582, 12–21.
- Mahalaxmi, S. (2020). *Materials Used in Dentistry*. Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- Manalu, A. (2022). *Sintesis dan Karakterisasi Nanokomposit Nickel Kobaltit dan Reduce Grafena Oksida (NiCo204/rGO) Sebagai Material Barn Pembuatan Elektroda Superkapasitor*.
- Martini, S., & Melani, A. (2021). TEKNOLOGI MEMBRAN ULTRAFILTRASI UNTUK PENGELOLAAN AIR LIMBAH PENCUCIAN INDUSTRI TEKSTIL ECO-PRINT. *Publikasi Penelitian Terapan Dan Kebijakan*, 4(1), 35–42.
- Mekarsari, H. (2020). *SINTESIS Fe₂O₃ TERIMOBILISASI PADA SiO₂ DARI DAUN BAMBURU SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA BROMO FENOL BIRU*.
- Miller, G. T., & Spoolman, S. (2020). *Living in the Environment*. Cengage Learning.

- Mistar, E. M., Ahmad, S., Muslim, A., Alfatah, T., & Supardan, M. D. (2018). Preparation and characterization of a high surface area of activated carbon from *Bambusa vulgaris* – Effect of NaOH activation and pyrolysis temperature. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 334(1), 012051.
- Muamar, A. (2020). *Pembuatan Dan Pemanfaatan Arang Aktif Dari Limbah Pertanian (Review Jurnal)* [PhD Thesis]. UPT. PERPUSTAKAAN.
- Muhiddin, N. F. (2019). *Pemanfaatan Tempurung Kemiri (Aleurites moluccana) menjadi Karbon Aktif sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor* [PhD Thesis]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan karakterisasi selulosa. *Jurnal Sainika Unpam: Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 1(2), 177–182.
- Nasution, S. H. (2019). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Jagung (Zea mays L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Kandang Ayam dan Limbah Cair Kelapa Sawit* [PhD Thesis]. Universitas Medan Area.
- Nurhayati, N., & Zikri, Z. (2020). EFEKTIFITAS KARBON AKTIF CANGKANG BUAH KLUWEK (*Pangium edule*) DAN CANGKANG BIJI KOPI (*Coffea arabica L*) TERHADAP DAYA SERAP GAS CO DAN PARTIKEL Pb DARI EMISI KENDARAAN BERMOTOR. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(1), 43–49.
- Oginni, O., Singh, K., Oporto, G., Dawson-Andoh, B., McDonald, L., & Sabolsky, E. (2019). Influence of one-step and two-step KOH activation on activated carbon characteristics. *Bioresource Technology Reports*, 7, 100266.

- Page, D. (2022). *Handbook of Geological Terms: Geology and Physical Geography*. BoD – Books on Demand.
- Perdani, F. P., Riyanto, C. A., & Martono, Y. (2021). Karakterisasi karbon aktif kulit singkong (*manihot esculenta crantz*) berdasarkan variasi konsentrasi H₃PO₄ dan lama waktu aktivasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(2), 72–81.
- Ponikarov, S. I., Sagitov, R. F., Bashirov, V. D., Dudorov, V. E., Korotkov, V. G., Akhmadiyeva, Z. R., & Tsyraeva, E. A. (2019). Features of technology for producing wood and polymer composites by extrusion method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 560(1), 012090.
- Prayogatama, A. (2022). ELEKTRODA SUPERKAPASITOR DARI KARBON AKTIF BIOMASSA. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(1).
- PUTRI, M. P. (2022). *Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Cu/Cu₂O/Karbon Aktif Sebagai Katalis Pada Isomerisasi N-Heptana*.
- Ramadhani, L. F., Nurjannah, I. M., Yulistiani, R., & Saputro, E. A. (2020). Teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 42–53.
- Ramadhani, P., Zein, R., Chaidir, Z., & Hevira, L. (2019). Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian dan Perikanan Sebagai Biosorben untuk Penyerap Berbagai Zat Warna: Suatu Tinjauan. *Jurnal Zarah*, 7(2), 46–56.
- Ren, D., Ying, J., Xiao, M., Deng, Y.-P., Ou, J., Zhu, J., Liu, G., Pei, Y., Li, S., & Jauhar, A. M. (2020). Hierarchically porous multimetal-based carbon nanorod hybrid as an efficient oxygen catalyst for rechargeable zinc-air batteries. *Advanced Functional Materials*, 30(7), 1908167.

- Richards, H., Baker, P., & Iwuoha, E. (2012). Metal Nanoparticle Modified Polysulfone Membranes for Use in Wastewater Treatment: A Critical Review. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*, 2, 183. <https://doi.org/10.4236/jsemat.2012.223029>
- Ruzyllo, J. (2016). *Semiconductor Glossary: A Resource For Semiconductor Community (Second Edition)*. World Scientific.
- Savvatimskiy, A. (2015). *Carbon at High Temperatures*. Springer.
- Schito, A., Muirhead, D. K., & Parnell, J. (2022). Towards a kerogen-to-graphite kinetic model by means of Raman spectroscopy. *Earth-Science Reviews*, 104292.
- Septian, R. (2019). *Pengaruh Ukuran Partikel Activated Cangkang Cangkang Sawit Terhadap Filtration Loss Dan Mud Cake Lumpur Pemboran* [PhD Thesis]. Universitas Islam Riau.
- Sinuhaji, P., Sembiring, T., Maghfirah, A., & Sirait, F. (2017). Karakterisasi Batu Pirus, Batu Satam dengan XRD, SEM-EDS dan Vickers Hardness Tester. *PROSIDING SEMIRATA 2017 BIDANG MIPA BKS-PTN WILAYAH BARAT*, 731.
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. E., & Sunarti, S. (2007). Morfologi tanaman dan fase pertumbuhan jagung. *Di Dalam: Jagung, Teknik Produksi Dan Pengembangan*. Jakarta (ID): Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sullivan, D. J. D., & Carleton, E. J. (2022). *Failure Analysis: High Technology Devices*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Sulyman, M., Namiesnik, J., & Gierak, A. (2017). Low-cost Adsorbents Derived from Agricultural By-products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater: A Review. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(3).

- Tarmidzi, F. M., Putri, M. A. S., Andriani, A. N., & Alviany, R. (2021). Pengaruh Aktivator Asam Sulfat dan Natrium Klorida pada Karbon Aktif Batang Semu Pisang untuk Adsorpsi Fe. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 5(1), 17-21.
- TAYEB, A. N. M. (2018). MODIFIKASI PROSES PENYIAPAN NANOKRISTALIN SELULOSA DARI LIMBAH TANDAN PISANG "PREPARATION PROCESS MODIFICATION OF NANOCRYSTALLINE CELLULOSE FROM THE BANANA BUNCHES WASTE."
- Tiraboschi, C., Miozzi, F., & Tumiaty, S. (2022). Carbon-saturated COH fluids in the upper mantle: A review of high-pressure and high-temperature ex situ experiments. *European Journal of Mineralogy*, 34(1), 59-75.
- Torres, L. E. F. F., Roche, S., & Charlier, J.-C. (2020). *Introduction to Graphene-Based Nanomaterials: From Electronic Structure to Quantum Transport*. Cambridge University Press.
- Utami, L. I., Wahyusi, K. N., Putra, D. E., & Hidayati, R. E. (2022). KARBON AKTIF DARI BATANG JAGUNG TERAKTIVASI HCl DAN MODIFIKASI TiO₂. *Seminar Nasional Soeardjo Brotohardjono*, 18, 40-43.
- Verma, C., Mishra, A., Chauhan, S., Verma, P., Srivastava, V., Quraishi, M. A., & Ebenso, E. E. (2019). Dissolution of cellulose in ionic liquids and their mixed cosolvents: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 13, 100162.
- Wahyuni, E. S., Utomo, Y., Sumari, & Putri, R. A. (2020). Characterization of adsorbent from pine strobilus active charcoal (*Pinus merkusii*) and its performance in adsorption of methylene blue. *AIP Conference Proceedings*, 2215(1), 070018.
- Wijayanti, I. E., Kurniawati, E. A., & Solfarina, S. (2019). Studi kinetika adsorpsi isoterm persamaan langmuir dan

freundlich pada abu gosok sebagai adsorben. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 175–184.

- Yagmur, E., Gokce, Y., Tekin, S., Semerci, N. I., & Aktas, Z. (2020). Characteristics and comparison of activated carbons prepared from oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruit using KOH and ZnCl₂. *Fuel*, 267, 117232.
- Yahya, M. A., Mansor, M. H., Zolkarnaini, W. A. A. W., Rusli, N. S., Aminuddin, A., Mohamad, K., Sabhan, F. A. M., Atik, A. A. A., & Ozair, L. N. (2018). A brief review on activated carbon derived from agriculture by-product. *AIP Conference Proceedings*, 1972(1), 030023.
- Yang, H., Liu, M., Chen, Y., Xin, S., Zhang, X., Wang, X., & Chen, H. (2020). Vapor–solid interaction among cellulose, hemicellulose and lignin. *Fuel*, 263, 116681.
- Yaya, A., Agyei-Tuffour, B., Dodoo-Arhin, D., Nyankson, E., Annan, E., Konadu, D. S., Sinayobye, E., Baryeh, E. A., & Ewels, C. P. (2012). Layered nanomaterials-a review. *Global Journal of Engineering Design and Technology*, 2, 32–41.

TENTANG PENULIS

Roihatur Rohmah dilahirkan di Tuban, 26 Maret 1994. Setelah menamatkan Pendidikan di MAN Lasem, Rembang, melanjutkan Pendidikan S-1 di Jurusan Fisika ITS. Selama S-1 banyak pengalaman yang di peroleh mulai dari Pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Lanjut S-2 di ITS juga dengan beasiswa fresh graduate ITS yang ditempuh dalam 3 semester dan lulus pada Maret 2018. Setelah lulus dari ITS mengabdikan di kampus UNUGIRI Bojonegoro pada tahun ajaran baru semester gasal 2018/2019 di program studi Teknik Informatika dan dipindah homebase di semester genap 2018/2019 ke program studi Sistem Komputer. Selain kesibukan mengajar, juga aktif dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Penelitian yang difokuskan yaitu bidang material.

Pelangi Eka Yuwita, lahir di Bojonegoro pada 15 Mei 1990. Menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Bojonegoro pada tahun 2009, dan melanjutkan studi strata satu di Universitas Negeri Malang Fakultas MIPA Jurusan Fisika mengambil konsentrasi pada bidang Fisika Material. Kemudian melanjutkan studi pasca sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Fakultas MIPA Jurusan S2 Fisika bidang material. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro di Fakultas Sains dan Teknologi prodi Teknik Mesin. Pengalaman penelitian dimulai semenjak menjadi mahasiswa Fisika di Universitas Negeri Malang. Sampai saat ini aktif melaksanakan penelitian Dosen. Beberapa penelitian dilakukan di bidang material tentang karbon. Dari penelitian tersebut telah beberapa kali lolos pendanaan Hibah oleh Ristek DIKTI. Berawal dari kegiatan penelitian tentang karbon inilah yang melatarbelakangi penulis untuk membuat karya buku hasil penelitian tentang karbon aktif.

Moh. Mu'id Efendi, lahir di Tuban pada 06 Juli 1997. Tamat pendidikan di SMK Negeri Rengel pada tahun 2015, setelah lulus terjun ke dunia kerja selama 3 tahun di perusahaan yang ada di Surabaya dan Sidoarjo. Kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri pada tahun 2019 di Fakultas Sains dan Teknologi khususnya di Program Studi Teknik Mesin. Pengalaman penelitian dimulai dari semester 3 yang lolos pendanaan oleh Ristek DIKTI. Berawal dari penelitian tersebut menjadi ketertarikan kepada penelitian, dan sampai saat ini ikut serta dalam membantu dan melaksanakan penelitian Dosen.