



LIMBAH

TANAMAN, TEKSTIL & LINGKUNGAN

*“Profil, Karakteristik
dan Teknologi Pengolahannya”*



Zul Arham
Ahmad Zaeni
Maulidiyah
Muhammad Nurdin
Muhammad Natsir
Kurniawan

LIMBAH TANAMAN, TEKSTIL & LINGKUNGAN

"Profil, Karakteristik dan Teknologi Pengolahannya"

Limbah lingkungan menjadi isu global yang menjadi topik kajian menarik untuk dipelajari dan didiskusikan oleh masyarakat. Limbah lingkungan terbentuk melalui interaksi manusia dengan lingkungan. Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia seringkali tidak menyadari jika aktivitas yang dilakukan merupakan limbah bagi lingkungan. Sebagai contoh, manusia seringkali tidak menyadari bahwa aktivitas pasca panen hasil pertanian atau perkebunan dapat menjadi limbah yang akan mencemari lingkungan. Selain itu, gaya berpakaian (*trend fashion*) manusia yang terus berganti seiring kemajuan teknologi menciptakan limbah pakaian yang jumlahnya di lingkungan terus bertambah. Dalam istilah kimia, *trend fashion* berperan sebagai katalis dalam produksi air limbah zat warna yang berasal dari aktivitas industri tekstil. Memotret permasalahan ini, limbah menjadi permasalahan serius yang dihadapi oleh manusia. Meskipun demikian, limbah tidak selamanya mencemari lingkungan. Limbah dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai hal yang dapat menunjang kelangsungan hidup jangka panjang. Dalam tahun terakhir, manusia telah menyadari potensi limbah lingkungan sebagai solusi alternatif terhadap berbagai permasalahan-permasalahan lain yang dihadapi oleh masyarakat dunia saat ini. Limbah lingkungan hadir sebagai solusi alternatif dari kemiskinan masyarakat. Limbah juga hadir sebagai solusi terhadap krisis energi, pupuk, dan berbagai krisis lainnya.

Berdasarkan uraian singkat di atas, buku ini berisi penjelasan-penjelasan penting tentang limbah tanaman, tekstil, dan lingkungan. Dengan membaca buku ini, masyarakat akan mendapat pengetahuan tentang profil, karakteristik, dan teknologi pengolahan limbah tanaman, tekstil, dan lingkungan. Pengetahuan yang diperoleh akan menjadi batu loncatan masyarakat dalam berinovasi menciptakan satu model pemanfaatan limbah. Sehingga buku ini sangat layak untuk semua kalangan, baik masyarakat umum maupun sivitas akademika jenjang sarjana, magister, dan doktor.



eureka
media akara
Anggota IKAPI
No. 225 UTE/2021

② 0858 5343 1992
✉ eurekamediaaksara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-487-849-9



9 78623 876499

LIMBAH TANAMAN, TEKSTIL & LINGKUNGAN

“Profil, Karakteristik dan Teknologi Pengolahannya”

Zul Arham

Ahmad Zaeni

Maulidiyah

Muhammad Nurdin

Muhammad Natsir

Kurniawan



PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

LIMBAH TANAMAN, TEKSTIL & LINGKUNGAN
“Profil, Karakteristik dan Teknologi Pengolahannya”

Penulis : Zul Arham
Ahmad Zaeni
Maulidiyah
Muhammad Nurdin
Muhammad Natsir
Kurniawan

Editor : Irwan, M.Si.
Saparuddin, M.Si.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Herlina Sukma

ISBN : 978-623-487-649-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JANUARI 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

Alhamdulillahi rabbil'alamin (Segala pujian hanyalah milik Allah, Rabb seluruh alam) yang dengan berbagai kemudahan-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku yang berjudul "**Limbah Tanaman, Tekstil & Lingkungan : Profil, Karakteristik dan Teknologi Pengolahannya**". Buku ini terkesan sederhana, namun kami berupaya menyusunnya dengan semangat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pembaca untuk kalangan masyarakat, khususnya sivitas akademika mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan, baik jenjang Sarjana, Magister, dan Doktor. Selain itu, buku ini mencoba menambah wawasan transdisipliner masyarakat tentang teknologi pengolahan limbah yang saat ini menjadi salah satu isu lingkungan.

Dalam penyusunan buku ini, kami menggunakan bahasa sederhana dan mudah dipahami. Penyusunannya diawali dengan menjelaskan secara rinci tentang hal-hal yang berhubungan dengan lingkungan. kemudian melanjutkan dengan menjelaskan karakteristik limbah tanaman, pengolahan limbah tanaman, dan pengolahan limbah tekstil. Kami berharap buku ini dapat manambah khasanah keilmuan pembaca.

Sebagai makhluk ciptaan Allah, kami menyadari akan kelemahan kami dalam penulisan buku ini. Sehingga apabila dalam buku ini terdapat kekeliruan dalam penyampaian ilmu, ini sepenuhnya adalah kekurangan dan kelemahan penulis. Kritik dan saran dari pembaca sangat kami harapkan dalam memperbaiki kualitas buku kami di masa mendatang.

Kendari, Januari 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Biosfer dan Lingkungan.....	1
B. Pencemaran Lingkungan.....	2
C. Limbah Industri.....	6
D. Dampak Limbah Industri B3 pada Keamanan dan Ketahanan Pangan.....	9
BAB 2 KARAKTERISTIK LIMBAH TANAMAN.....	14
A. Karakteristik Senyawa Kimia Dalam Limbah Tanaman.....	15
B. Karakteristik Tanaman Kakao.....	20
C. Karakteristik Tanaman Kelapa Sawit	23
D. Karakteristik Tanaman Sagu	25
E. Karakteristik Tanaman Jambu Mete	28
F. Karakteristik Tanaman Tebu	32
G. Karakteristik Tanaman Nilam.....	35
H. Karakteristik Tanaman Kelapa.....	38
BAB 3 PENGOLAHAN LIMBAH TANAMAN.....	40
A. Pemanfaatan Biomassa Tanaman	40
B. Pemanfaatan Menjadi Kompos	42
C. Pemanfaatan Menjadi Biopestisida.....	48
D. Pemanfaatan Menjadi Energi	54
BAB 4 PENGOLAHAN LIMBAH TEKSTIL	70
A. Klasifikasi Zat Pewarna Tekstil.....	71
B. Dampak Limbah Tekstil Pada Pertanian.....	72
C. Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Zat Warna Alami	74
D. Pengolahan Limbah Tekstil Berbasis Fotokatalis	77
DAFTAR PUSTAKA.....	81
TENTANG PENULIS.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Komponen Biosfer dan Bagiannya	2
Gambar 2.	Diagram Alur Pencemaran Lingkungan.....	3
Gambar 3.	Klasifikasi Limbah dan Contoh Masing-Masing Klasifikasi.....	14
Gambar 4.	Struktur Kimia Selulosa.....	16
Gambar 5.	Struktur Kimia Hemiselulosa.....	18
Gambar 6.	Struktur Kimia Lignin.....	19
Gambar 7.	Peta sebaran industri kakao di Indonesia	21
Gambar 8.	Limbah cangkang kulit kakao.....	22
Gambar 9.	Peta Luas Areal Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2020.....	23
Gambar 10.	Data Limbah Padat TKKS Hasil Olahan CPO Tahun 2000- 2009.....	24
Gambar 11.	Limbah Padat TKKS.....	24
Gambar 12.	Peta Sebaran Luas Areal Tanaman Sagu Indonesia ..	26
Gambar 13.	Luas Areal Tanaman Sagu Menurut Status Pengusahaan Tahun 2018.....	26
Gambar 14.	Limbah Padat Serat Ampas Sagu.....	27
Gambar 15.	Peta sebaran luas areal jambu mete di Indonesia.....	28
Gambar 16.	Buah Jambu Mete dan Limbah Kulitnya.....	32
Gambar 17.	Peta sebaran areal perkebunan Tebu di Indonesia....	33
Gambar 18.	Limbah ampas batang Tebu.....	34
Gambar 19.	Perkembangan Luas Areal Perkebunan Rakyat Nilam Tahun 2014-2020**).....	36
Gambar 20.	Peta Sebaran Areal Tanaman Nilam di Indonesia....	36
Gambar 21.	Limbah Hasil Penyulingan Tanaman Nilam	37
Gambar 22.	Daftar 10 Negara Produsen Kelapa Terbesar Dunia Tahun 2021.....	38
Gambar 23.	Limbah Tanaman Kelapa.....	39
Gambar 24.	Contoh Sumber Biomassa.....	41
Gambar 25.	Klasifikasi Senyawa Bahan Alam (Tanaman Dan Limbah Tanaman) Yang Berkaitan Dengan Biopestisida.....	49

Gambar 26.	Ringkasan Jalur-Jalur Utama Biosintesis Metabolit Sekunder Dan Hubungannya Dengan Metabolisme Primer.	51
Gambar 27.	Degradasi Lignin Melalui Mekanisme Fotokatalisis TiO ₂	53
Gambar 28.	Mekanisme Degradasi Lignin Berbasis Material Fotokatalis.	54
Gambar 29.	Teknologi Konversi Biomassa Limbah Tanaman Menjadi Energi.....	55
Gambar 30.	Biobriket Dari Pemanfaatan Limbah Biomassa Tanaman.	57
Gambar 31.	Model Reaktor Gasifikasi Biomassa Limbah Tanaman.	59
Gambar 32.	Jenis-Jenis Gasifier: (A) Updraught Or Counter Current Gasifier; (B) Downdraught Or Co-Current Gasifier; (C) Cross-Draught Gasifier; (D) Fluidized Bed Gasifier.	61
Gambar 33.	Keadaan Operasi Pirolisis dan Produk Yang Dihasilkan.....	62
Gambar 34.	Prinsip Operasi Peralatan Pirolisis Berbasis Biogreen.....	64
Gambar 35.	Skema Pembentukkan Biogas.....	64
Gambar 36.	Bahan-Bahan Baku Dalam Produksi Bioetanol.	65
Gambar 37.	Struktur Dinding Sel Tanaman.....	66
Gambar 38.	Interaksi Ikatan Selulosa.	67
Gambar 39.	Variasi Metode Pretreatmen Dalam Konversi Biomassa Menjadi Bioetanol.	67
Gambar 40.	Proses Pretreatmen Limbah Padat Pertanian Berbasis Mechanical Extrusion.	68
Gambar 41.	Prinsip Metode Kimia Dalam Pretreatmen Limbah Padat Pertanian.	69
Gambar 42.	Klasifikasi Zat Warna Tekstil.....	72
Gambar 43.	Struktur Molekul Zat Warna Rhodamin B.	73
Gambar 44.	Proses Pembuatan Zat Warna Alami Berbahan Limbah Kulit Buah Kakao.....	76
Gambar 45.	Strategi Pengolahan Air Limbah Zat Warna Tekstil..	77

Gambar 46. Diagram Perbedaan Tingkat Energi Celah Bahan semikonduktor dengan konduktor dan isolator.	78
Gambar 47. Struktur Kristal TiO ₂ (Kiri Ke Kanan): Rutile, Anatase, Dan Brookite.	79
Gambar 48. Pengembangan Aktivitas Fotokatalis TiO ₂ Dalam Pengolahan Air Limbah Zat Warna.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Negara-negara penghasil kakao di dunia	20
Tabel 2. Komposisi kimia limbah cangkang kulit kakao.	22
Tabel 3. Kandungan kimia limbah TKKS.	25
Tabel 4. Komposisi kimia penyusun limbah ampas sagu.....	27
Tabel 5. Luas Areal Dan Produksi Jambu Mete Menurut Provinsi Dan Status Pengusahaan Tahun 2020.	29
Tabel 6. Komposisi kimia limbah ampas batang tebu.....	34
Tabel 7. Komposisi hara dalam beberapa tanaman pertanian.	44
Tabel 8. Standar kualitas briket dari beberapa negara.	57

BAB |

1 | PENDAHULUAN

A. Biosfer dan Lingkungan

Biosfer menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari lingkungan. Biosfer dijadikan objek pembahasan penting untuk mempelajari dan memahami konsep lingkungan. Kata “lingkungan” merujuk pada planet bumi sebagai satu-satunya planet yang di dalamnya terdapat kehidupan.

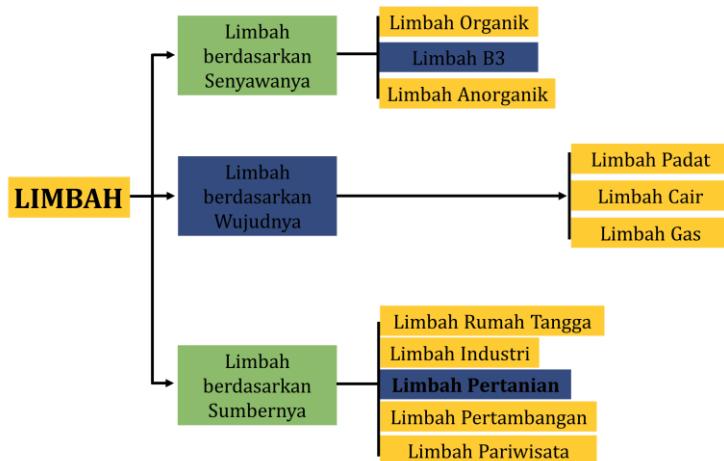
Biosfer diketahui sebagai salah satu lapisan bumi yang dijadikan tempat tumbuh dan berkembangnya semua makhluk hidup, seperti manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Biosfer dapat juga dikatakan sebagai lapisan planet bumi dimana kehidupan itu ada. Biosfer merupakan zona udara, tanah, dan air yang relatif tipis di bumi yang mampu mendukung kehidupan, mulai dari sekitar 10 km ke atmosfer hingga dasar laut terdalam. Biosfer mempunyai sifat yang unik, yang sejauh ini belum terdapat kehidupan di tempat lain di alam semesta. Kehidupan di biosfer tergantung pada energi matahari, sirkulasi panas dan nutrisi penting. Masih ingatkah kita tentang proses fotosintesis ?, proses ini diawali dari penangkapan sinar matahari oleh tanaman, beberapa bakteri dan protista. Energi yang ditangkap tersebut selanjutnya mengubah karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) menjadi senyawa organik seperti gula ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Produk fotosintesis kemudian dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber energi.

Biosfer terdiri dari 3 komponen, meliputi : (i) litosfer, (ii) atmosfer, dan (iii) hidrosfer. Akan tetapi, tidak semua dari komponen ini memiliki makhluk hidup yang berkembang, atau

BAB 2 | KARAKTERISTIK LIMBAH TANAMAN

Secara umum, limbah mempunyai banyak pengertian diantaranya yaitu limbah adalah buangan atau bahan sisa yang berasal dari proses teknologi maupun proses alami yang kehadirannya dianggap tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis.

Limbah dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis meliputi : (i) limbah berdasarkan senyawanya, (ii) limbah berdasarkan wujudnya, dan (iii) limbah berdasarkan sumbernya. Gambar 3 menunjukkan klasifikasi limbah beserta contohnya.



Gambar 3. Klasifikasi Limbah dan Contoh Masing-Masing Klasifikasi.

BAB

3 | PENGOLAHAN

LIMBAH TANAMAN

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian terdahulu bahwasanya keberadaan limbah tanaman di lingkungan lambat laun akan menyebabkan pencemaran, baik pencemaran lingkungan tanah, air maupun udara. Sehingga dengan dasar ini maka pengolahan limbah tanaman menjadi penting untuk dilakukan.

Limbah tanaman dapat dijadikan sebagai sumber bahan organik dan hara tanah. Dimana, limbah tanaman termasuk di dalamnya limbah pertanian dan perkebunan. Proses pengolahan limbah tanaman akan mempercepat proses penguraian atau pelapukan limbah menjadi lebih cepat. Proses penguraian alami membutuhkan waktu 3-4 bulan lebih. Waktu ini dianggap lama dan menjadi penghambat penggunaan bahan organik untuk lahan pertanian atau perkebunan. Selain itu, proses penguraian alami dianggap kurang ekonomis dan tidak efisien ketika diperhadapkan pada masa tanam yang mendesak. Limbah tanaman banyak dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi seperti: Selain untuk aplikasi hara tanah (kompos), limbah tanaman juga dapat dimanfaatkan untuk aplikasi lainnya seperti: (i) kompos, (ii) biopestisida, dan (iii) energi terbarukan.

A. Pemanfaatan Biomassa Tanaman

Biomassa merupakan istilah yang merujuk pada semua bahan organik yang diproduksi melalui mekanisme fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan (limbah). Contoh-contoh biomassa antara lain tanaman, limbah pertanian, limbah peternakan, rerumputan, pepohonan, dsb. Biomassa banyak

BAB

4 | PENGOLAHAN

LIMBAH TEKSTIL

Saat ini, limbah tekstil dinyatakan sebagai bahan pencemar air kedua terburuk di dunia setelah limbah industri. Selain air limbahnya, limbah tekstil yang menjadi permasalahan global saat ini adalah limbah padat berupa pakaian.

Kebanyakan manusia tidak menyadari bahwa limbah pakaian berdampak terhadap lingkungan. Produksi tekstil membutuhkan sejumlah besar bahan kimia, air, energi, dan sumber daya alam lainnya. Menurut World Resources Institute, dibutuhkan 2.700liter air untuk membuat satu baju katun. Dan ketika konsumen membuang pakaian ke dalam sampah, tidak hanya menghabiskan uang dan sumber daya, tetapi juga membutuhkan waktu 200+ tahun agar bahan tersebut terurai di tempat pembuangan sampah. Selama proses dekomposisi, tekstil menghasilkan gas metana rumah kaca dan melarutkan bahan kimia beracun dan pewarna ke dalam air tanah dan tanah kita.

Di Amerika, volume pakaian yang dibuang konsumen setiap tahun meningkat dua kali lipat dalam 20 tahun terakhir, dari 7 juta menjadi 14 juta ton. Pada tahun 2018, 17 juta ton limbah tekstil berakhir di tempat pembuangan sampah. Menurut *World Resources Institute*, dibutuhkan 2.700liter air untuk membuat satu baju katun. Selain itu, banyak orang mungkin terkejut mengetahui bahwa 84 persen pakaian berakhir di tempat pembuangan sampah atau insinerator. Di New York City, lebih dari 400 juta pon pakaian terbuang percuma setiap tahun.

Lalu bagaimana dengan kondisi limbah tekstil di Indonesia ?. Sebagai negara berkembang dengan jumlah penduduk terbesar ke-

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Nugrahaningsih, W. H., Habibah, N. A., ... & Dafip, M. (2018). Metabolit Sekunder Dari Tanaman: Aplikasi Dan Produksi. *Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Semarang*.
- Arham, Z. (2022). Teknologi Fotoelektrokatalitik untuk Aplikasi Lingkungan: Fotodegradasi Polutan Organik Berbasis TiO₂ Nanotube Termodifikasi Oksida Lantanum.
- Arham, Z., Kurniawan, K., & Ismaun, I. (2021). Synthesis of TiO₂ Photoelectrode Nanostructures for Sensing and Removing Textile Compounds Rhodamine B.
- Arham, Z., & Nurdin, M. (2017). Heavy Metal Content of Cocoa Plantation Soil in East Kolaka, Indonesia. *Oriental Journal of Chemistry*, 33(3), 1164.
- Huang, H., & Tang, L. (2007). Treatment of organic waste using thermal plasma pyrolysis technology. *Energy Conversion and Management*, 48(4), 1331-1337.
- Iriany, C. C., & Sari, C. N. (2016). Pembuatan Biobriket Dari Pelepah Dan Cangkang Kelapa Sawit: Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 31-37.
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia. *Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia*.
- Liu, J., Hou, Q., Ju, M., Ji, P., Sun, Q., & Li, W. (2020). Biomass pyrolysis technology by catalytic fast pyrolysis, catalytic co-pyrolysis and microwave-assisted pyrolysis: A review. *Catalysts*, 10(7), 742.
- Lu, Q., Gao, W., Du, J., Zhou, L., & Lian, Y. (2012). Discovery of environmental rhodamine B contamination in paprika during

the vegetation process. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(19), 4773-4778.

Maulidiyah, M., Natsir, M., Fitrianingsih, F., Arham, Z., Wibowo, D., & Nurdin, M. (2017). Lignin degradation of oil palm empty fruit bunches using TiO₂ photocatalyst as antifungal of *Fusarium oxysporum*. *Oriental journal of chemistry*, 33(6), 3101.

Nasir, M., Saputro, E. P., & Handayani, S. (2016). Manajemen pengelolaan limbah industri. *Benefit: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 19(2), 143-149.

Natsir, M., Maulidiyah, M., Ansharullah, A., Arham, Z., Wibowo, D., & Nurdin, M. (2018). Natural biopesticide preparation as antimicrobial material based on lignin photodegradation using mineral ilmenite (FeO.TiO₂). *Int. Res. J. Pharm*, 9(6), 170-174.

Nurdin, M., Abimanyu, H., Putriani, H., Setiawan, L. O. M., Maulidiyah, M., Wibowo, D., ... & Mustapa, F. (2021). Optimization of OPEFB lignocellulose transformation process through ionic liquid [TEA][HSO₄] based pretreatment. *Scientific Reports*, 11(1), 1-11.

Nurdin, M., Wibowo, D., Azis, T., Safitri, R. A., Maulidiyah, M., Mahmud, A., ... & Umar, A. A. (2022). Photoelectrocatalysis Response with Synthetic Mn-N-TiO₂/Ti Electrode for Removal of Rhodamine B Dye. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 58(2), 125-134.

Purwantana, B. (2007). Pengembangan Gasifier untuk Gasifikasi Limbah Padat Pati Aren (Arenga Pinnata Wurmb). *Agritech*, 27(3).

Purwanti, A. A. (2018). Pengelolaan limbah padat bahan berbahaya dan beracun (B3) rumah sakit di RSUD dr. Soetomo surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(3), 291-298.

Raharjo, W. W., & Himawanto, D. A. (2013). Karakteristik Proses Pirolisis Tiga Jenis Limbah Pertanian.

- Sari, R. P., Iswanto, B., & Indrawati, D. (2018, October). Pengaruh Variasi Rasio C/N Terhadap Kualitas Kompos Dari Sampah Organik Secara Anaerob. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 657-663).
- Slama, H. B., Chenari Bouket, A., Pourhassan, Z., Alenezi, F. N., Silini, A., Cherif-Silini, H., ... & Belbahri, L. (2021). Diversity of synthetic dyes from textile industries, discharge impacts and treatment methods. *Applied Sciences*, 11(14), 6255.
- Soliman, N. K., & Moustafa, A. F. (2020). Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges; a review. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 10235-10253.
- Son, B. T., Long, N. V., & Hang, N. T. N. (2021). The development of biomass-derived carbon-based photocatalysts for the visible-light-driven photodegradation of pollutants: a comprehensive review. *RSC advances*, 11(49), 30574-30596.
- Styana, U. I. F., & Cahyono, M. S. (2018). Proses Gasifikasi Limbah Padat Aren Menggunakan Fixed-Bed Updraft Gasifier dengan Variasi Jenis Bahan. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 2(2), 8-13.
- Thambiliyagodage, C. (2021). Activity enhanced TiO₂ nanomaterials for photodegradation of dyes-A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16, 100592.
- Wahyuni, D., & Hendrawan, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Pewarna Alam pada Produk Fesyen. *eProceedings of Art & Design*, 6(3).

TENTANG PENULIS



Zul Arham, lahir di Mowila, kabupaten Konawe Selatan-Sulawesi Tenggara dan merupakan dosen di Program Studi Pendidikan IPA, Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kendari sejak tahun 2016. Pernah bekerja sebagai Staf di Dewan Pendidikan Tinggi (DPT)-Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan tahun 2010-2011. Mata kuliah yang diajarkan antara lain Analisis Senyawa Kimia, Kimia Lingkungan, Kimia Bahan Alam, dan Integrasi Ilmu IPA. Selain mengajar, aktivitas lain yang ditekuni yaitu menulis buku dan meneliti. Penelitian yang saat ini dikerjakan berkaitan bidang NanoMaterial untuk Aplikasi Sensor Voltammetri dan Pengolahan Limbah.



Ahmad Zaeni, lahir di Bandung pada tanggal 8 Februari 1963 dan merupakan dosen di Jurusan Kimia, Universitas Halu Oleo (UHO). Mata kuliah yang diajarkan antara lain Kimia Zat Padat, Organologam, Konversi Energi, Bioteknologi Restorasi Lahan Tambang, Biomining, Teknik Pengelolaan Limbah, Sintesis Senyawa Anorganik, dll. Aktivitas lain yang ditekuni yaitu sebagai Ketua Prodi S2 Kimia-Sekolah Pascasarjana UHO. Disela kesibukan, aktif meneliti dan menulis buku dan artikel bereputasi, baik nasional maupun internasional.



Maulidiyah, lahir di Maros-Sulawesi Selatan dan merupakan dosen di Jurusan Kimia, Universitas Halu Oleo-Sulawesi Tenggara. Mata kuliah yang diajarkan meliputi Kimia Organik, Spektroskopi Organik, Metabolit Sekunder Bahan Alam, Kimia Pangan Fungsional, Mekanisme Reaksi dan Sintesis Organik, Elusidasi Struktur Senyawa Organik, dll. Selain mengajar, aktif membimbing mahasiswa tugas akhir di Jurusan Kimia, baik program Sarjana maupun Magister. Selain itu, aktif melakukan penelitian dan mempublikasi luarannya di Jurnal bereputasi, baik nasional maupun internasional.



Muhammad Nurdin, lahir di Gowa-Sulawesi Selatan dan merupakan dosen di Jurusan Kimia, Universitas Halu Oleo-Sulawesi Tenggara. Mata kuliah yang diajarkan meliputi Analisis Logam-logam Renik, Pengolahan Limbah, Kimia Analitik Lanjut, Kimia Lingkungan, Pengantar Ilmu Sensor, Sensor dan Fotokatalis, Kimia Terapan, dll. Selain mengajar, aktif membimbing mahasiswa tugas akhir di Jurusan Kimia, baik program Sarjana, Magister, maupun Doktor. Selain itu, aktif melakukan penelitian dan mempublikasi luarannya di Jurnal bereputasi, baik nasional maupun internasional.



Muhammad Natsir, merupakan dosen di Jurusan Kimia, Universitas Halu Oleo (UHO). Mata kuliah yang diajarkan meliputi Kimia Organik I, Kimia Pangan Fungsional, BioAssay, Stereokimia, dll. Selain mengajar, aktif membimbing mahasiswa tugas akhir di Jurusan Kimia, baik program Sarjana, Magister, maupun Doktor. Selain itu, aktif melakukan penelitian

dan mempublikasi luarannya di Jurnal bereputasi, baik nasional maupun Internasional.



Kurniawan, lahir di Ciamis-Jawa Barat dan merupakan dosen di Program Studi Kimia Tekstil, Politeknik STTT Bandung. Mata kuliah yang diajarkan meliputi Serat Tekstil 1, Pengujian dan Evaluasi Kain, Kimia Analisa, Proses Produksi 1, Pengendalian Produksi 2, dll. Selain mengajar, aktivitas lain yang digeluti yaitu menulis buku dan meneliti. Hasil penelitian telah dipublikasikan pada Jurnal bereputasi, baik Nasional maupun Internasional.