

Nomor urut : 037 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

038 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

Laporan Tugas Akhir

PERENCANAAN PENGOLAHAN LIMBAH PADAT PERTANIAN DI KECAMATAN KESESI DAN KANDANGSERANG, KABUPATEN PEKALONGAN



Disusun oleh :

Dara Kalifa 21080120120031

Dionisius Veda Priya Kurniatama 21080120130123

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN PENGOLAHAN LIMBAH PADAT PERTANIAN DI
KECAMATAN KESESI DAN KANDANGSERANG, KABUPATEN
PEKALONGAN**

Disusun oleh:

Nama: Dara Kalifa

NIM: 21080120120031

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari: Jumat

Tanggal: 22 Desember 2023

Menyetujui:

Ketua Penguji



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

Anggota Penguji



Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D.,
IPP
NIP. 198201202008011005

Pembimbing I



Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo,
S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng, Ph.D., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002

Pembimbing II



Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T.,
M.Eng.
NIP. 197103011998031001

Mengesahkan
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN PENGOLAHAN LIMBAH PADAT PERTANIAN DI
KECAMATAN KESESI DAN KANDANGSERANG, KABUPATEN
PEKALONGAN**

Disusun oleh:

Nama: Dionisius Veda Priya Kurniatama

NIM: 21080120130123

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari: Jumat

Tanggal: 22 Desember 2023

Menyetujui:

Ketua Penguji




Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D.,
IPP
NIP. 198201202008011005

Anggota Penguji



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

Pembimbing I



Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo,
S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng, Ph.D., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002

Pembimbing II



Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T.,
M.Eng.
NIP. 197103011998031001

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Tingginya aktivitas pertanian yang ada di Kabupaten Pekalongan menyebabkan besarnya timbulan limbah padat pertanian, secara khusus di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang (wilayah perencanaan), sebagai kecamatan dengan penghasil produktivitas pertanian terbesar berupa padi (47.979,0 ton/tahun) dan jagung (17.664,1 ton/tahun). Limbah padat pertanian (sisa panen dan kotoran ternak) di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang belum diolah dan ditangani dengan baik, sebesar 44,23% limbah sisa panen dibakar, 29,20% dijadikan sebagai pakan ternak, dan sisanya ditimbun. Sementara itu, sebesar 70,41% kotoran ternak hanya ditumpuk dan sisanya langsung digunakan sebagai kompos tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Oleh karena masifnya timbulan limbah padat pertanian yang dihasilkan, maka dari itu diperlukan adanya pengolahan limbah padat pertanian di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang. Teknologi pengolahan yang ditawarkan yakni *composting*, *biochar*, dan *anaerobic digester*. *Material Flow Analysis* digunakan untuk menganalisis neraca massa baik dari kondisi eksisting maupun dari ketiga alternatif pengolahan. Analisis dampak lingkungan alternatif pengolahan dilakukan menggunakan *Life Cycle Assessment* dan pemilihan teknologi yang akan digunakan dan direncanakan menggunakan *Analytical Hierarchy Process*. Berdasarkan hasil MFA dan LCA, ketiga alternatif memiliki kemampuan mengolah seratus persen limbah dan *anaerobic digester* (1.763,94 kg CO₂eq) menjadi alternatif dengan dampak lingkungan yang paling baik, jika dibandingkan dengan *biochar* (6.170,29 kg CO₂eq) dan *composting* (17.834,95 kg CO₂eq). Berdasarkan lima kriteria penentuan, yakni dampak lingkungan, kebutuhan lahan, pembiayaan, operasional, dan preferensi petani, *composting* menjadi alternatif teknologi pengolahan yang terpilih untuk direncanakan. Site pengolahan limbah padat pertanian akan dibangun secara tipikal sejumlah total 17 site dengan kapasitas 15 ton/hari yang mampu melayani 11-12 kelompok tani dengan menerapkan pengomposan metode Bokashi. Berdasarkan analisis kelayakan investasi dengan parameter *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, *Benefit Cost Ratio*, dan *Payback Period*, site pengolahan limbah padat pertanian yang akan menjual produk kompos di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan layak untuk dibangun dengan total biaya pembangunan 17 site sebesar yakni sebesar Rp54.340.233.211,63.

Kata kunci: Limbah padat pertanian, *Material Flow Analysis*, *Life Cycle Assessment*, *Analytical Hierarchy Process*, *composting*

ABSTRACT

The high level of agricultural activity in Pekalongan Regency causes a large generation of agricultural solid waste, specifically in the Kesesi and Kandangserang Districts (planning areas), as the districts with the most significant agricultural productivity producers in the form of rice (47,979.0 tonnes/year) and corn (17,664.1 tons/year). Agricultural solid waste (harvest residue and livestock manure) in Kesesi and Kandangserang Districts has not been processed and handled correctly; 42.49% of harvest waste is burned, 32.54% is used as animal feed, and the rest is landfilled. Meanwhile, 66.68% of livestock manure is simply piled up, and the rest is directly used as compost without further processing. Due to the massive generation of agricultural solid waste produced, it is necessary to process it in the Kesesi and Kandangserang Districts. The processing technologies offered are composting, biochar and anaerobic digester. Material Flow Analysis is used to analyze the mass balance from existing conditions and the three processing alternatives. Environmental impact analysis of processing alternatives is carried out using Life Cycle Assessment and selecting technology to be used and planned using the Analytical Hierarchy Process. Based on the MFA and LCA results, the three alternatives can process one hundred percent of waste, and the anaerobic digester (1,763.94 kg CO₂eq) is the alternative with the best environmental impact when compared with biochar 6,170.29 (kg CO₂eq) and composting (17,834.95 kg CO₂eq). Composting is the alternative processing technology chosen for planning based on five determining criteria, namely environmental impact, land requirements, financing, operations, and farmer preferences. Agricultural solid waste processing sites will be built typically with a total of 17 sites with a capacity of 15 tonnes/day capable of serving 11-12 farmer groups using the Bokashi composting method. Based on investment feasibility analysis with the parameters Net Present Value, Internal Rate of Return, Benefit Cost Ratio, and Payback Period, agricultural solid waste processing sites that will sell compost products in Kesesi and Kandangserang Districts, Pekalongan Regency are feasible to build with a total construction cost of 17 sites amounting to IDR 54,340,233,211.63.

Keywords: Agricultural solid waste, Material Flow Analysis, Life Cycle Assessment, Analytical Hierarchy Process, composting

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jumlah populasi manusia secara global terus meningkat setiap tahunnya dan diperkirakan akan menyentuh angka 9.8 miliar pada tahun 2050 (Nations, 2017). Peningkatan populasi ini tentunya diikuti dengan kebutuhan pokok yang juga melonjak, khususnya kebutuhan pangan. Lonjakan akan kebutuhan pangan ini mendesak produktivitas pertanian untuk menjadi hal yang sangat esensial guna perannya sebagai penyokong dan menjaga kestabilan pangan dunia. Aktivitas kegiatan pertanian dalam lima dekade terakhir telah meningkat lebih dari tiga kali lipat (Adejumo dan Adebiyi, 2020). Aktivitas pertanian yang terus berkembang secara masif ini tentu tidak luput dari adanya limbah yang dihasilkan, terutama adalah limbah pertanian. Sumber dari limbah pertanian pun beragam seperti sisa pertanian, peternakan, agroindustri, dan hortikultura dengan komponen utama berupa selulosa, hemiselulosa, pati, lemak, dan protein (Adejumo dan Adebiyi, 2020; Daoutidis dkk., 2012; Engling dkk., 2014).

Limbah pertanian apabila tidak dikelola dengan baik seperti yang saat ini sebagian besar diproses dengan cara dibakar atau dikubur di dalam tanah akan menyebabkan kerusakan lingkungan seperti polusi udara, air, dan pemanasan global (Koul dkk., 2022). Dalam rangka meminimalisasi potensi kerusakan yang ditimbulkan dari kegiatan pertanian terhadap lingkungan, akuatik, serta kesehatan manusia, diperlukan adanya pengelolaan limbah pertanian yang tepat, secara khusus terkait pengolahan limbah pertanian yang efektif dan efisien khususnya di negara berkembang dan negara agraris seperti Indonesia (Adejumo dan Adebiyi, 2020; FAO, 2016).

Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Tengah dengan luas daerah total mencapai 836,15 km². Kabupaten yang memiliki 19 kecamatan serta 285 desa/kelurahan ini terletak di sepanjang pantai utara Laut Jawa, memanjang ke selatan berbatasan dengan Kabupaten

Banjarnegara, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Batang dan Kota Pekalongan, serta sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pemasang.

Pada tahun 2022, jumlah penduduk di Kabupaten Pekalongan tercatat sebanyak 986.455 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 1.180 jiwa/km². Jumlah penduduk ini bertambah sebanyak 9.951 jiwa dari data tahun 2021 yakni sebanyak 975.504 jiwa dan tercatat selalu mengalami penambahan setiap tahunnya (BPS, 2022). Jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun di Kabupaten Pekalongan ini mendesak produksi pertanian berkembang secara penuh dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan. Kabupaten Pekalongan memiliki potensi yang besar dari sektor pertanian terbukti dari hasil pertanian yang dihasilkan dengan komoditas seperti padi sawah sebesar 216.947,69 ton dengan luas panen sebesar 41,216 ha, jagung sebesar 11.232 ton dengan luas panen 2.093 ha, ketela pohon sebesar 3.266 ton dengan luas panen 233 ha, dan ketela rambat sebesar 599,3 ton dengan luas panen 55 ha (BPS, 2022). Berdasarkan data tersebut, komoditas utama dari aktivitas pertanian yang ada di Kabupaten Pekalongan adalah padi dan jagung. Kecamatan Kesesi menjadi penyumbang terbesar dalam produksi pertanian dengan komoditas padi yakni sebesar 34.874 ton setara dengan 16,07% dari total hasil pertanian di Kabupaten Pekalongan. Selain itu Kabupaten Pekalongan memiliki beragam jenis hewan ternak, diantaranya seperti sapi, sapi perah, kerbau, kambing, domba, dan kuda. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2022, kambing, domba, dan sapi menjadi jenis hewan ternak dengan populasi yang terbanyak yakni sejumlah 51.436 ekor, 31.507 ekor, dan 20.434 ekor.

Kegiatan pertanian yang besar ini tak dapat dipungkiri akan menghasilkan potensi limbah yang juga besar. Pengelolaan limbah pertanian, khususnya pengolahan limbah padat pertanian di Kabupaten Pekalongan perlu dilakukan untuk menekan potensi pencemaran lingkungan yang akan ditimbulkan. Untuk mengidentifikasi teknologi pengolahan yang akan diterapkan, digunakan tiga metode yang saling berkaitan yaitu metode *Material Flow Analysis* (MFA), *Life Cycle Assessment* (LCA), dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode MFA menghubungkan antara sumber, jalur, dan akhir dari suatu material. Hasil dari MFA berkaitan dengan neraca massa sederhana yang membandingkan input, stok, serta

output dari suatu material, sehingga metode ini berfungsi sebagai alat pendukung keputusan pengelolaan lingkungan, pengelolaan limbah, dan pengelolaan sumber daya (Brunner dan Rechberger, 2016). Kemudian, metode LCA digunakan untuk menilai dampak lingkungan dari tiga alternatif teknologi pengolahan dengan mengidentifikasi potensi dampak lingkungan setelah didapatkan aliran limbah dengan metode MFA (Fikri, 2020). LCA adalah suatu pendekatan untuk mengetahui total energi dan dampak lingkungan yang ditimbulkan dari suatu produk dimulai dari bahan mentah, kemudian proses produksi serta penggunaan, dan berakhir menjadi limbah (Khairona, 2020). Setelah itu, untuk memilih alternatif pengolahan yang akan direncanakan, dipilih alternatif pengolahan yang paling tepat dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan *software Expert Choice*. *Analytical Hierarchy Process* merupakan adalah metode untuk mengatur dan menganalisis keputusan yang kompleks, menggunakan matematika dan psikologi, yang sejak penemuannya telah menjadi alat bagi para pengambil keputusan dan peneliti; dan merupakan salah satu alat pengambilan keputusan dengan berbagai kriteria yang paling banyak digunakan (Vaidya dan Kumar, 2006)

Tiga alternatif teknologi pengolahan limbah padat yang akan dikaji yaitu *composting*, *biochar*, dan *Anaerobic Digestion* (AD). *Composting* merupakan pembusukan limbah organik dalam kondisi aerob yang terkontrol, dimana bahan-bahan organik terurai menjadi komponen organik sederhana yang dapat digunakan untuk peningkatan hasil panen dan pertumbuhan pada tanaman (Sánchez dkk., 2017). *Composting* dapat mengurangi limbah serta mencegah gulma dan patogen, sehingga *composting* dapat menghemat biaya pengelolaan limbah padat pertanian dan ramah bagi lingkungan (Ayilara dkk., 2020). Pengomposan limbah padat pertanian banyak dilakukan di negara-negara berkembang dan dinilai sebagai salah satu cara efektif dan murah dalam mengolah limbah padat pertanian (Waqas dkk., 2023). *Biochar* dapat didefinisikan sebagai arang yang diproduksi untuk beberapa tujuan biologis, umumnya untuk meningkatkan kesuburan tanah. *Biochar* dibuat menggunakan proses yang dikenal sebagai pirolisis, memanaskan biomassa di lingkungan dengan oksigen rendah (Narzari dkk., 2015). Pengolahan limbah padat pertanian menjadi biochar menjadi salah satu solusi dalam permasalahan limbah

padat pertanian yang apabila biochar tersebut diaplikasikan mampu mengoptimasi struktur tanah . *Anaerobic digestion* merupakan proses pengolahan limbah biologis multistahap di mana bakteri, tanpa adanya oksigen, menguraikan bahan organik menjadi karbon dioksida, metana, dan air (Speight, 2020). Pengolahan limbah padat pertanian menjadi biogas menjadi salah satu solusi dalam upaya mengurangi limbah yang dihasilkan serta menghasilkan energi yang ramah lingkungan (Srivastava, 2020). Maka dari itu Tugas Akhir ini akan merencanakan pengolahan limbah padat pertanian yang paling tepat di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan. Kecamatan Kesesi dan Kandangserang dipilih guna sebagai representatif produksi pertanian di Kabupaten Pekalongan dengan produksi padi dan jagung terbanyak. Dengan begitu, harapannya dengan adanya pengolahan limbah padat pertanian, sektor pangan dapat semakin maju dan mendukung keberlanjutan lingkungan, secara khusus di Kabupaten Pekalongan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah yang terdapat pada perencanaan ini yaitu:

1. Aktivitas pertanian di Kabupaten Pekalongan yang menghasilkan timbulan limbah padat pertanian.
2. Pengelolaan limbah padat pertanian di Kabupaten Pekalongan yang belum terkelola dengan baik.
3. Perlunya pengolahan limbah padat pertanian di Kabupaten Pekalongan untuk keberlanjutan lingkungan.
4. Teknis pengolahan limbah padat pertanian diperlukan untuk mendorong daur ulang dan mengubah limbah padat pertanian menjadi sumber daya yang dapat digunakan secara optimal.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam perencanaan ini yaitu:

1. Ruang lingkup perencanaan dalam tugas akhir ini meliputi sektor pertanian di Kabupaten Pekalongan, tepatnya di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang.
2. Limbah padat pertanian yang diidentifikasi bersumber hanya dari wilayah Kecamatan Kesesi dan Kandangserang dan berupa kotoran ternak dengan

jumlah populasi hewan ternak terbesar (sapi dan kambing) dan sisa hasil panen tanaman palawija dengan komoditas tertinggi (padi dan jagung).

3. Proyeksi timbulan limbah padat pertanian dihitung hingga tahun 2042 dan hanya didasarkan pada produktivitas hasil panen.
4. Seluruh pengambilan data primer dan sekunder hanya bersumber dari Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan.
5. Alternatif teknologi pengolahan limbah padat pertanian yang akan dikaji yaitu *composting, biochar, dan anaerobic digester*
6. Metode *Material Flow Analysis* (MFA) dengan *software STAN* digunakan untuk membuat skema perencanaan pengolahan limbah padat pertanian di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan.
7. Metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan *software SimaPro* digunakan untuk menganalisis potensi dampak lingkungan pada proses alternatif teknologi pengolahan.
8. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan *software Expert Choice* digunakan untuk memilih alternatif teknologi pengolahan limbah padat pertanian yang paling tepat di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan.

1.4 Perumusan Masalah, Tujuan, dan Manfaat

1.4.1 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana jenis, sumber, jumlah timbulan, serta kondisi eksisting pengolahan limbah padat pertanian di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan?
2. Bagaimana neraca massa pengolahan limbah padat pertanian menggunakan metode *Material Flow Analysis*, dampak lingkungan dari pengolahan limbah padat pertanian menggunakan metode *Life Cycle Assessment*, dan pemilihan teknologi pengolahan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dari tiga alternatif teknologi pengolahan yaitu *composting, biochar, dan anaerobic digester*?

3. Bagaimana perencanaan teknologi pengolahan limbah padat pertanian yang tepat dan dapat diterapkan di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan?

1.4.2 Perumusan Tujuan

Rumusan tujuan pada perencanaan ini adalah:

1. Menganalisis jenis, sumber, jumlah timbulan, serta kondisi eksisting pengelolaan limbah padat pertanian di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan.
2. Menganalisis neraca massa pengolahan limbah padat pertanian menggunakan metode *Material Flow Analysis*, menganalisis dampak lingkungan dari pengolahan limbah padat pertanian menggunakan metode *Life Cycle Assessment*, dan menentukan teknologi pengolahan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dari tiga alternatif teknologi pengolahan yaitu *composting*, *biochar*, dan *anaerobic digester*.
3. Merencanakan teknologi pengolahan limbah padat pertanian yang tepat dan dapat diterapkan di Kecamatan Kesesi dan Kandangserang, Kabupaten Pekalongan

1.4.3 Perumusan Manfaat

Manfaat dari perencanaan pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagi Penulis
Menambah pengetahuan penulis mengenai proses pengolahan limbah padat pertanian beserta analisis residu limbah padat pertanian menggunakan metode *Material Flow Analysis*, analisis dampak lingkungan pengolahan limbah padat pertanian menggunakan metode *Life Cycle Assessment*, dan perencanaan teknologi pengolahan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*.
2. Bagi Masyarakat
Memberikan informasi kepada masyarakat terkait pemanfaatan limbah padat pertanian dan mendorong partisipasi masyarakat dalam pengurangan timbulan limbah pertanian berdasarkan strategi yang telah direncanakan.
3. Bagi Pemerintah

Sebagai masukan untuk pemerintah kabupaten dalam perencanaan serta menentukan kebijakan strategi penurunan timbulan limbah pada sektor pertanian.

4. Bagi IPTEK

Menjadi referensi gambaran terkait proses analisis residu limbah padat pertanian menggunakan metode MFA serta dampak lingkungan dari pengolahan limbah padat pertanian menggunakan LCA dan perencanaan teknis pengelolaan limbah padat pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adejumo, I. O., & Adebiyi, O. A. (2020). Agricultural solid wastes: Causes, effects, and effective management. *Strategies of sustainable solid waste management*, 8.
- Adhikari, S., Nam, H., & Chakraborty, J. P. (2018). Chapter 8 - Conversion of Solid Wastes to Fuels and Chemicals Through Pyrolysis. In T. Bhaskar, A. Pandey, S. V. Mohan, D.-J. Lee, & S. K. Khanal (Eds.), *Waste Biorefinery* (pp. 239-263): Elsevier.
- Agamuthu, P. (2009). *Challenges and opportunities in agro-waste management: An Asian perspective*. Paper presented at the Inaugural meeting of first regional 3R forum in Asia.
- Agapkin, A., Makhotina, I., Ibragimova, N., Goryunova, O., Izembayeva, A., & Kalachev, S. (2022). *The problem of agricultural waste and ways to solve it*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Ahadi, P., Fakhrabadi, F., Pourshaghaghay, A., & Kowsary, F. (2023). Optimal site selection for a solar power plant in Iran via the Analytic Hierarchy Process (AHP). *Renewable energy*, 215, 118944.
- Akhtar, S. S., Andersen, M. N., & Liu, F. (2015). Residual effects of biochar on improving growth, physiology and yield of wheat under salt stress. *Agricultural Water Management*, 158, 61-68.
- Amaranti, R., Satori, M., & Rejeki, Y. (2012). Pemanfaatan kotoran ternak menjadi sumber energi alternatif dan pupuk organik. *Buana Sains*, 12(1), 27-32.
- Anal, A. K., Perpetuini, G., Petchkongkaew, A., Tan, R., Avallone, S., Tofalo, R., . . . Phan, T. T. (2020). Food safety risks in traditional fermented food from South-East Asia. *Food Control*, 109, 106922.
- Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability*, 12(11), 4456.
- Aziz, R., Chevakiadagarn, P., & Danteravanich, S. (2016). Life cycle sustainability assessment of community composting of agricultural and agro industrial wastes.
- Balogh, J. M. (2019). Agriculture-specific determinants of carbon footprint. *Studies in Agricultural Economics*, 121(3), 166-170.
- Balogh, J. M. (2020). The role of agriculture in climate change: a global perspective. *International Journal of Energy Economics and Policy*.
- Barus, W. A., & Lubis, R. F. (2018). Pemanfaatan Bokashi Jerami Padi Sebagai Sumber Hara Organik. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2).
- Bastidas-Oyanedel, J.-R., & Schmidt, J. E. (2018). Chapter 20 - Waste Biorefinery in Arid/Semiarid Regions. In T. Bhaskar, A. Pandey, S. V. Mohan, D.-J. Lee, & S. K. Khanal (Eds.), *Waste Biorefinery* (pp. 605-621): Elsevier.

- Bertolini, M., Braglia, M., & Carmignani, G. (2006). Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract. *International Journal of Project Management*, 24(5), 422-430.
- BPS. (2022). *Kabupaten Pekalongan Dalam Angka 2022*
- Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2004). Methodology of MFA. *Practical Handbook of Material Flow Analysis*; Lewis Publishers: Boca Raton, FL, USA, 34-166.
- Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2016). *Handbook of material flow analysis: For environmental, resource, and waste engineers*: CRC press.
- Cahaya, N., Trisnaningsih, U., & Saleh, I. (2022). Respon pertumbuhan dan hasil bawang merah (*allium ascalonicum*) kultivar bima brebes terhadap bokashi brankasan kedelai. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 5(2), 126-137.
- Cencic, O., & Rechberger, H. (2008). *Material flow analysis with software STAN*. Paper presented at the EnviroInfo.
- Chevakidagarn, P. (2018). Composting system improvement by life cycle assessment approach on community composting of agricultural and agro industrial wastes. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 2(3), 69-75.
- Colomer-Mendoza, F. J., Robles-Martinez, F., Herrera-Prats, L., Gallardo-Izquierdo, A., & Bovea, M. D. (2012). Biodrying as a biological process to diminish moisture in gardening and harvest wastes. *Environment, Development and Sustainability*, 14(6), 1013-1026. doi:10.1007/s10668-012-9369-1
- Curran, M. A. (2017). *Overview of goal and scope definition in life cycle assessment*: Springer.
- Daoutidis, P., Marvin, W. A., Rangarajan, S., & Torres, A. I. (2012). Engineering biomass conversion processes: a systems perspective. *AIChE Journal*, 59(1).
- Deddy Wahyudin Purba, M. T., Dwie Retna Surjaningsih, D. S., Rizki Nisfi Ramdhini, Dyah Gandasari, C. W., Tioner Purba, Jajuk Herawati, Ita Aristia Sa'ida, A., Bonaraja Purba, & Nugrahini Susantinah Wisnujati, S. O. M. (2020). *Pengantar Ilmu Pertanian Medan*: Yayasan Kita Menulis.
- Di Blasi, C. (2008). Modeling chemical and physical processes of wood and biomass pyrolysis. *Progress in energy and combustion science*, 34(1), 47-90.
- Diaz, R., & Warith, M. (2006). Life-cycle assessment of municipal solid wastes: Development of the WASTED model. *Waste management*, 26(8), 886-901.
- Dibia, I., Dana, M., Trigunasih, M., Kusmawati, Y., & Sumarniasih, M. (2012). Pembuatan kompos bokashi dari limbah pertanian dengan menggunakan aktivator EM4 di Desa Megati Tabanan [Making bokashi compost from agricultural waste using activator EM4 in Megati Tabanan Village]. *Fakultas Pertanian Universitas Udayana*.
- El-Ramady, H., Brevik, E. C., Bayoumi, Y., Shalaby, T. A., El-Mahrouk, M. E., Taha, N., . . . Abdalla, N. (2022). An overview of agro-waste management in light of the water-energy-waste nexus. *Sustainability*, 14(23), 15717.

- Elbasiouny, H., Elbanna, B. A., Al-Najoli, E., Alsherief, A., Negm, S., Abou El-Nour, E., . . . Sharabash, S. (2020). Agricultural waste management for climate change mitigation: some implications to Egypt. *Waste management in MENA regions*, 149-169.
- Elvani, S. P., Utary, A. R., & Yударuddin, R. (2016). Peramalan jumlah produksi tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). *Jurnal Manajemen*, 8(1), 95-112.
- Enaime, G., & Lübken, M. (2021). Agricultural Waste-Based Biochar for Agronomic Applications. *Applied Sciences*, 11(19), 8914.
- Engling, G., He, J., Betha, R., & Balasubramanian, R. (2014). Assessing the regional impact of Indonesian biomass burning emissions based on organic molecular tracers and chemical mass balance modeling. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14(15), 8043-8054.
- Erdianto, M. A. (2023). Perancangan Model Peramalan Jangka Pendek Harga Komoditas Pertanian di Indonesia Menggunakan Machine Learning. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 3(4).
- Erdogan, S. A., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2017). Decision making in construction management: AHP and expert choice approach. *Procedia engineering*, 172, 270-276.
- Faisal, M. (2014). Analisis Laju Alir Sampah Dan Emisi Carbon Yang Dihasilkan Kota Banda Aceh. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 6-11.
- FAO. (2016). The state of food and agriculture. *Climate change, agri*.
- Fauzan, F., Fadhil, M., Irfan, I., Yunita, D., Erika, C., & Lahmer, R. A. (2022). *Study of C/N ratio of organic materials and its application in the production of natural fertilizer (bokashi)*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Fikri, E. (2020). Menilai Dampak Lingkungan Dengan Analisis Daur Hidup (LCA): Pustaka Setia.
- Frieyadie, F. (2017). Penerapan Metode AHP Sebagai Pendukung Keputusan Penetapan Beasiswa. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(1), 49-58.
- Fusi, A., Bacenetti, J., Fiala, M., & Azapagic, A. (2016). Life cycle environmental impacts of electricity from biogas produced by anaerobic digestion. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 4, 26.
- Ghani, L. A., Mahmood, N. Z., & Ali, N. a. (2018). The use of MFA and LCA in the agriculture waste management system in Kuala Terengganu. *Malaysian Construction Research Journal*, 5(3), 153-161.
- Ghimire, R. (2020). *LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BIOCHAR IN NORWAY*. NTNU.
- Goswami, S. B., Mondal, R., & Mandi, S. K. (2020). Crop residue management options in rice–rice system: a review. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(9), 1218-1234.
- Guo, H., Zhao, Y., Damgaard, A., Wang, Q., Lu, W., Wang, H., & Christensen, T. H. (2019). Material flow analysis of alternative biorefinery systems for managing Chinese food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 197-209.

- Gürdil, G. A. K., & Demirel, B. (2018). Effect of particle size on surface smoothness of bio-briquettes produced from agricultural residues. *Manuf. Technol*, 18, 742-747.
- Hakim, T., & Anandari, S. (2019). Responsif Bokashi Kotoran Sapi dan POC Bonggol Pisang terhadap Pertumbuhan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 22(2), 102-106.
- Harvey, F. I. W., Januar, J., & Kusmiati, A. (2009). Trend produksi dan prospek pengembangan komoditas buah naga di kabupaten Jember. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 3(2), 71-78.
- Haryanti, N. H., & Manik, T. N. (2016). Pengaruh suhu sintering terhadap sifat mekanik keramik berbahan lempung dan abu sekam padi. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 13(1), 1-10.
- Haryati, B. Z. (2016). PENGARUH PUPUK BOKASHI JERAMI PADI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KACANG BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.). *AgroSainT*, 7(2), 63-69.
- Himawan, N., Kurniawan, D. H., Wahyuni, W., Hidayat, A. M., Supriati, Y., Fauziyyah, A., . . . Istiqomah, W. (2017). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengolahan Limbah Pertanian Menjadi Briket, Bokashi, Silase, Dan Kompos Cascing. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 131-136.
- Holm-Nielsen, J. B., Al Seadi, T., & Oleskowicz-Popiel, P. (2009). The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource technology*, 100(22), 5478-5484.
- Hongdou, L., Shiping, L., & Hao, L. (2018). Existing agricultural ecosystem in China leads to environmental pollution: an econometric approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 24488-24499.
- Huang, D., Cao, G., Geng, Y., Wang, L., Chen, X., & Liang, A. (2019). Impact of agricultural waste return on soil greenhouse gas emissions. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(1).
- Huda, S., & Wikanta, W. (2017). Pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik sebagai upaya mendukung usaha peternakan sapi potong di Kelompok tani Ternak Mandiri Jaya Desa Moropelang Kecamatan Babat kabupaten Lamongan. *AKSIOLOGIYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 26-35.
- Indraloka, A. B., Romadian, E., Sulkhi, W. I., & Aprilia, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Bokashi Organik di Desa Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 59-64.
- Irianto, I. K. (2015). HASIL PROSES TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SECARA BIOLOGI TERHADAP KUALITAS DAN PRODUKSI BAHAN BAKU PUPUK OLEH.
- Jaya, J. D. (2019). Peramalan Jumlah Populasi Sapi Potong di Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Moving Average, Exponential Smoothing dan Trend Analysis. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 6(1), 41-50.

- Khairona, M. A. (2020). *Analisis Kategori Dampak Lingkungan Proses Pembuatan Cup Polystyrene Menggunakan Metode Life Cycle Assessment*. Universitas Islam Indonesia.
- Kim, S., & Dale, B. E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and bioenergy*, 26(4), 361-375.
- Koul, B., Yakooob, M., & Shah, M. P. (2022). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, 206, 112285.
- Kumar, G., Shobana, S., Nagarajan, D., Lee, D.-J., Lee, K.-S., Lin, C.-Y., . . . Chang, J.-S. (2018). Biomass based hydrogen production by dark fermentation—recent trends and opportunities for greener processes. *Current Opinion in Biotechnology*, 50, 136-145.
- Kumar, P., & Singh, R. K. (2021). Selection of sustainable solutions for crop residue burning: an environmental issue in northwestern states of India. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 3696-3730.
- Kumar, R., Kumar, V., & Nagpure, A. S. (2023). Bio-energy potential of available livestock waste and surplus agriculture crop residue: An analysis of 602 rural districts of India. *Science of the Total Environment*, 889, 163974.
- Kumar, S., Paritosh, K., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2018). Deconstruction of major Indian cereal crop residues through chemical pretreatment for improved biogas production: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 160-170.
- Kurniawan, D., Kumalaningsih, S., & Sunyoto, N. M. S. (2013). Pengaruh volume penambahan Effective Microorganism 4 (EM4) 1% dan lama fermentasi terhadap kualitas pupuk bokashi dari kotoran Kelinci dan Limbah Nangka. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 2(1), 57-66.
- Kurniawati, D., Januardi, N. D., & Subekhi, N. (2018). Pengaruh Penambahan Serbuk Tongkol Jagung pada Pembuatan Biobriket dari Pelepah Pisang dengan Perekat Tetes Tebu. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 2(1), 1-7.
- Latumaerissa, J. R. (2015). *Perekonomian Indonesia Dan Dinamika Ekonomi Global*: Mitra Wacana Media.
- Lepongbulan, W., Tiwow, V. M., & Diah, A. W. M. (2017). Analisis unsur hara pupuk organik cair dari limbah ikan mujair (*Oreochromis mosambicus*) danau lindu dengan variasi volume mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 92-97.
- Lora Grando, R., de Souza Antune, A. M., da Fonseca, F. V., Sánchez, A., Barrena, R., & Font, X. (2017). Technology overview of biogas production in anaerobic digestion plants: A European evaluation of research and development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 44-53. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.079>
- Luo, Y., Lopez, J. B. G., van Veelen, H. P. J., Sechi, V., ter Heijne, A., Bezemer, T. M., & Buisman, C. J. (2022). Bacterial and fungal co-occurrence patterns in agricultural soils amended with compost and bokashi. *Soil Biology and Biochemistry*, 174, 108831.

- Ma, S., & Eckhoff, S. R. (2014). Economy of scale for biomass refineries: bulk densities, transportation cost, and producer incentives. *Transactions of the ASABE*, 57(1), 85-91.
- Manfredi, S., & Christensen, T. H. (2009). Environmental assessment of solid waste landfilling technologies by means of LCA-modeling. *Waste management*, 29(1), 32-43.
- Mardalis. (2008). *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Margni, M., & Curran, M. A. (2012). Life Cycle Impact Assessment *Life Cycle Assessment Handbook* (pp. 67-103).
- Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A., & Rieradevall, J. (2009). Life cycle assessment of the use of compost from municipal organic waste for fertilization of tomato crops. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(6), 340-351.
- Massa, S., Setiyo, Y., & Widia, I. W. (2016). Pengaruh perbandingan jerami dan kotoran sapi terhadap profil suhu dan karakteristik pupuk kompos yang dihasilkan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(01), 1689-1699.
- Mau-Crimmins, T., De Steiguer, J., & Dennis, D. (2005). AHP as a means for improving public participation: a pre-post experiment with university students. *Forest policy and economics*, 7(4), 501-514.
- Meilina, H., Rosnelly, C. M., Aprilia, S., Chairunnisak, A., & Caesarina, I. (2022). Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak dan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Bokashi di Desa Neuheun, Aceh Besar. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 2(1), 56-63.
- Mulana, F., Azwar, A., Sofyana, S., & Hasrina, C. D. (2023). PEMANFAATAN JERAMI, SEKAM PADI, SAMPAH RUMAH TANGGA DAN KOTORAN HEWAN UNTUK PEMBUATAN PUPUK BOKASHI DENGAN FERMENTASI ANAEROB. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 574-585.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S. S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., & Chau, K.-w. (2017). Energy consumption enhancement and environmental life cycle assessment in paddy production using optimization techniques. *Journal of Cleaner Production*, 162, 571-586.
- Nakamura, S., Nakajima, K., Kondo, Y., & Nagasaka, T. (2007). The waste input-output approach to materials flow analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(4), 50-63.
- Narzari, R., Bordoloi, N., Chutia, R., Borkotoki, B., Gogoi, N., Bora, A., & Kataki, R. (2015). Chapter 2- Biochar: An Overview on its Production, Properties and Potential Benefits (pp. 13-40).
- Nations, U. (2017). World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100. Retrieved from <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>
- Notoatmodjo, S. (2010). Metodologi Penelitian Kesehatan, Rineka Cipta. *Jakarta. Indonesia*.

- Notoatmodjo, S. (2011). *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nugroho, R. D., Alfatih, M. F. i., & Alimi, S. (2022). EKSPERIMEN UJI TARIK KOMPOSIT SERAT JERAMI PADI DAN ECENG GONDOK DENGAN FRAKSI VOLUME BERAT DAN ARAH SERAT ACAK. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 232-236.
- Nurkhayati, I., Azizah, A., Winarto, W., & Nugroho, J. (2023). *PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK SAPI MENJADI PUPUK BOKASHI DI KECAMATAN GETASAN, KABUPATEN SEMARANG*. Paper presented at the Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Obi, F., Ugwuishiwu, B., & Nwakaire, J. (2016). Agricultural waste concept, generation, utilization and management. *Nigerian Journal of Technology*, 35(4), 957–964-957–964.
- Olle, M. (2020). Review: Bokashi technology as a promising technology for crop production in Europe. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96, 1-8. doi:10.1080/14620316.2020.1810140
- Ozturk, H. H., Ayhan, B., & Turgut, K. (2019). An assessment of the energetic properties of fuel pellets made by agricultural wastes. *Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering*, 8.
- Pan, S.-Y., Tsai, C.-Y., Liu, C.-W., Wang, S.-W., Kim, H., & Fan, C. (2021). Anaerobic co-digestion of agricultural wastes toward circular bioeconomy. *iScience*, 24(7), 102704. doi:<https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102704>
- Puglia, D., Pezzolla, D., Gigliotti, G., Torre, L., Bartucca, M. L., & Del Buono, D. (2021). The opportunity of valorizing agricultural waste, through its conversion into biostimulants, biofertilizers, and biopolymers. *Sustainability*, 13(5), 2710.
- Putra, G. M. D., Abdullah, S. H., Priyati, A., Setiawati, D. A., & Muttalib, S. A. (2017). Rancang bangun reaktor biogas tipe portable dari limbah kotoran ternak sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(1), 369-374.
- Putri, H. P. (2017). Life Cycle Assessment (LCA) Emisi Pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Rahman, F. (2017). Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor Untuk Menentukan Jenis Gangguan Disleksia Berbasis Web. *Jurnal Inkofar*, 1(1).
- Rahmawati, A. (2017). TEKNIK PENGOMPOSAN KERTAS BEKAS DAN LIMBAH ORGANIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN STARTER CAIRAN RUMEN SAPI.
- Rajabi Hamedani, S., Kuppens, T., Malina, R., Bocci, E., Colantoni, A., & Villarini, M. (2019). Life cycle assessment and environmental valuation of biochar production: Two case studies in Belgium. *Energies*, 12(11), 2166.

- Rakhmawati, D. Y., Dangga, S. A., & Laela, N. (2019). Pemanfaatan kotoran sapi menjadi pupuk organik. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 3(1).
- Ramakrishna, A., Tam, H. M., Wani, S. P., & Long, T. D. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field crops research*, 95(2-3), 115-125.
- Ratnawati, R., & Hartanto, S. (2010). Pengaruh suhu pirolisis cangkang sawit terhadap kuantitas dan kualitas asap cair. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 7-11.
- Raza, M. H., Abid, M., Faisal, M., Yan, T., Akhtar, S., & Adnan, K. M. (2022). Environmental and health impacts of crop residue burning: Scope of sustainable crop residue management practices. *International journal of environmental research and public health*, 19(8), 4753.
- Riyanty, F. P. E., & Indarjanto, H. (2015). Kajian Dampak Proses Pengolahan Air di IPA Siwalanpanji Terhadap Lingkungan dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA). *Jurnal Teknik ITS*, 4(2), D86-D90.
- Rostini, T., Ni'mah, G. K., & Sosilawati, S. (2016). Pengaruh pemberian pupuk bokashi yang berbeda terhadap kandungan protein dan serat kasar rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 41(1), 118-126.
- Rostini, T., Zakir, M. I., & Biyatmoko, D. (2019). Peningkatan Nilai Ekonomis Limbah Pertanian Di Pedesaan Melalui Teknologi Bokashi Dikelompok Tani Martapura, Kabupaten Banjar. *JURNAL PENGABDIAN AL-IKHLAS UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARY*, 4(2).
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- Sánchez, A., Artola, A., Font, X., Gea, T., Barrena, R., Gabriel, D., . . . Mondini, C. (2015). Greenhouse gas emissions from organic waste composting. *Environmental chemistry letters*, 13, 223-238.
- Sánchez, Ó. J., Ospina, D. A., & Montoya, S. (2017). Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste management*, 69, 136-153.
- Sanchez, P. D. C., Aspe, M. M. T., & Sindol, K. N. (2022). An Overview on the Production of Bio-briquettes from Agricultural Wastes: Methods, Processes, and Quality. *Journal of Agricultural and Food Engineering*, 1, 2716-6236.
- Santos, F. M., Gonçalves, A. L., & Pires, J. C. M. (2019). Chapter 1 - Negative emission technologies. In J. C. Magalhães Pires & A. L. D. Cunha Gonçalves (Eds.), *Bioenergy with Carbon Capture and Storage* (pp. 1-13): Academic Press.
- Santoso, H., & Ronald, R. (2012). Rekayasa Nilai Dan Analisis Daur Hidup Pada Model Alat Potong Kuku Dengan Limbah Kayu Di CV. Piranti Works. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 19-26.

- Santoso, M. C., Giriantari, I., & Ariastina, W. (2019). Studi Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Bali. *Jurnal Spektrum*, 6(4).
- Sari, V. D., & Sukojo, B. M. (2015). Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Bojonegoro). *Geoid*, 10(2), 194-203.
- Sarkar, N., Ghosh, S. K., Bannerjee, S., & Aikat, K. (2012). Bioethanol production from agricultural wastes: an overview. *Renewable energy*, 37(1), 19-27.
- Sejati, K. (2009). *Pengolahan Sampah Terpadu dengan Sistem Node, Sub Point dan Center Point*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Shahbudin, N. R., & Kamal, N. A. (2021). Establishment of material flow analysis (MFA) for heavy metals in a wastewater system. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 1407-1418.
- Silva, D., Nunes, A. O., da Silva Moris, A., Moro, C., & Piekarski, T. O. R. (2017). *How important is the LCA software tool you choose Comparative results from GaBi, openLCA, SimaPro and Umberto*. Paper presented at the Proceedings of the VII Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida en Latinoamérica, Medellin, Colombia.
- Silva, D. A. L. (2021). Life Cycle Assessment (LCA)—Definition of Goals and Scope. *Life Cycle Engineering and Management of Products: Theory and Practice*, 45-69.
- Singh, G., & Arya, S. K. (2021). A review on management of rice straw by use of cleaner technologies: Abundant opportunities and expectations for Indian farming. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125278.
- Siregar, N., & Singh, R. (2012). Penerapan Metode Single Moving Average dan Exponential Smoothing dalam Peramalan Penjualan pada PT. Berlian Eka Sakti Tangguh Medan.
- Speight, J. G. (2020). 11 - Production of fuels from nonfossil fuel feedstocks. In J. G. Speight (Ed.), *The Refinery of the Future (Second Edition)* (pp. 391-426): Gulf Professional Publishing.
- Srivastava, S. K. (2020). Advancement in biogas production from the solid waste by optimizing the anaerobic digestion. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, 2, 85-103.
- Sugiharto, R., Suroso, E., & Dermawan, B. (2016). TINJAUAN NERACA MASSA PADA PROSES PENGOMPOSAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PENAMBAHAN AIR LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT [A Review of Mass Balances in Composting Process of Empty Fruit Bunches by Addition of Palm Oil Mill Effluent]. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 21(1), 51-62.
- Sugiyono, D. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- Suratiyah, K. (2015). *Ilmu Usahatani*. Jakarta Penebar Swadaya
- Tallo, M. L. L., & Sio, S. (2019). Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas pupuk bokashi padat kotoran sapi. *Jas*, 4(1), 12-14.

- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1-29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Wang, B., Dong, F., Chen, M., Zhu, J., Tan, J., Fu, X., . . . Chen, S. (2016). Advances in recycling and utilization of agricultural wastes in China: Based on environmental risk, crucial pathways, influencing factors, policy mechanism. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 12-17.
- Wang, Y., Liu, S., Xue, W., Guo, H., Li, X., Zou, G., . . . Dong, H. (2019). The characteristics of carbon, nitrogen and sulfur transformation during cattle manure composting—based on different aeration strategies. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3930.
- Wang, Y., Zhang, Y., Li, J., Lin, J.-G., Zhang, N., & Cao, W. (2021). Biogas energy generated from livestock manure in China: Current situation and future trends. *Journal of Environmental Management*, 297, 113324.
- Waqas, M., Hashim, S., Humphries, U. W., Ahmad, S., Noor, R., Shoaib, M., . . . Lin, H. A. (2023). Composting Processes for Agricultural Waste Management: A Comprehensive Review. *Processes*, 11(3), 731.
- Wijitkosum, S. (2022). Biochar derived from agricultural wastes and wood residues for sustainable agricultural and environmental applications. *International Soil and Water Conservation Research*, 10(2), 335-341.
- Willersinn, C., Möbius, S., Mouron, P., Lansche, J., & Mack, G. (2017). Environmental impacts of food losses along the entire Swiss potato supply chain—Current situation and reduction potentials. *Journal of Cleaner Production*, 140, 860-870.
- Wu, L., Jiang, Y., Zhao, F., He, X., Liu, H., & Yu, K. (2020). Increased organic fertilizer application and reduced chemical fertilizer application affect the soil properties and bacterial communities of grape rhizosphere soil. *Scientific Reports*, 10(1), 9568.
- Wu, W., & Ma, B. (2015). Integrated nutrient management (INM) for sustaining crop productivity and reducing environmental impact: A review. *Science of the Total Environment*, 512, 415-427.
- Yang, B., Hao, Z., & Jahng, D. (2017). Advances in biodrying technologies for converting organic wastes into solid fuel. *Drying Technology*, 35(16), 1950-1969. doi:10.1080/07373937.2017.1322100
- Yang, Q., Mašek, O., Zhao, L., Nan, H., Yu, S., Yin, J., . . . Cao, X. (2021). Country-level potential of carbon sequestration and environmental benefits by utilizing crop residues for biochar implementation. *Applied energy*, 282, 116275.
- Yrjälä, K., Ramakrishnan, M., & Salo, E. (2022). Agricultural waste streams as resource in circular economy for biochar production towards carbon neutrality. *Current opinion in environmental science & health*, 26, 100339.
- Yunus, R. M., Samadi, Z., Yusop, N. M., & Omar, D. (2013). Expert choice for ranking heritage streets. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 101, 465-475.
- Yusran, F. (2017). *Rekayasa Geoteknik Lingkungan: CV IRDH (International Research and Development for Human Beings)*.

- Zabed, H., Sahu, J., Boyce, A. N., & Faruq, G. (2016). Fuel ethanol production from lignocellulosic biomass: an overview on feedstocks and technological approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 751-774.
- Zikri, A., Meigita, C., & Samosir, J. A. (2018). Karakteristik Biopellet dari Variasi Bahan Baku sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Kinetika, Politeknik Negeri Sriwijaya*, 9.