

PENGENDALIAN KUALITAS INTI SAWIT DENGAN METODE SIX SIGMA

Handini Yolanda Tampubolon¹, Singgih Saptadi*²

^{1,2}Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Dalam proses produksi inti sawit, Perusahaan Kelapa Sawit mengalami permasalahan dimana kadar air pada inti sawit berada di luar batas spesifikasi yang ditetapkan perusahaan. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah kualitas kadar air dan merekomendasikan usulan perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan metode Six Sigma pada pendekatan DMAIC. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kapabilitas proses pada indikator kadar air memiliki rata-rata Cpk sebesar -1,22. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat variasi dan defect yang tinggi pada proses produksi inti sawit. Nilai sigma pada indikator kadar air sebesar -2,152. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar sampel memiliki kadar air di luar batas spesifikasi. Perbaikan yang diusulkan adalah mengkaji lebih lanjut mengenai maintenance dan jangka waktu penggantian mesin silo inti, mengkaji ulang Standard Operating Procedure (SOP) pada stasiun nut & inti sawit, mengawasi kelengkapan APD pekerja dan memperketat inspeksi penerimaan TBS (Tandan Buah Segar).

Kata kunci: cacat; DMAIC, inti sawit; quality control, six sigma

Abstract

[Palm Kernel Quality Control With The Six Sigma Method] In the process of palm kernel production, Palm Oil Companies experience problems where the moisture content in palm kernel is outside the specifications set by the company. Based on these problems, this study aims to identify the causative factors of moisture quality problems and recommend proposed improvements to overcome these problems. This research was conducted using the Six Sigma method on the DMAIC approach. Based on the calculation results, the process capability value on the moisture content indicator has an average Cpk of -1.22. This shows that there are still high variations and defects in the palm kernel production process. The sigma value on the moisture content indicator is -2.152. This indicates that most samples have moisture content beyond specification limits. The proposed improvements are to further review the maintenance and replacement period of core silo machines, review the Standard Operating Procedure (SOP) at nut & palm kernel stations, supervise the completeness of worker PPE and tighten inspection of FFB (Fresh Fruit Bunches) receipts.

Keywords: defect; DMAIC, kernel; quality control, six sigma

1. Pendahuluan

Kelapa sawit dikategorikan sebagai tanaman yang paling produktif dalam menghasilkan minyak nabati. Kelapa sawit dapat memenuhi permintaan minyak nabati yang terus meningkat di seluruh dunia (Eng Huan Hau et al., 2022). Industri kelapa sawit memiliki luas sebesar 75 juta metrik ton pada tahun 2021. Industri ini diperkirakan akan berkembang dengan luas 240 juta metrik ton pada tahun 2050 (Safi et al., 2022). Kelapa sawit menjadi pilihan yang menarik karena hasil olahan kelapa sawit memiliki banyak kegunaan berupa makanan, kosmetik

dan bahan bakar nabati. Selain itu, harga pasar kelapa sawit yang relatif rendah (Wae-hayee et al., 2022). Indonesia menjadi penghasil dan pengekspor tanaman atau olahan kelapa sawit yang terbesar di dunia (Wang et al., 2022). Sektor perkebunan kelapa sawit dan industri minyak sawit nasional memiliki kontribusi besar dalam perekonomian nasional (Hafiz et al., 2022). Objek penelitian ini adalah salah satu perusahaan manufaktur di Indonesia pada bidang perkebunan dan pengolahan kelapa sawit. Salah satu hasil olahan perusahaan ini adalah inti sawit. Inti sawit merupakan buah dari kelapa

sawit yang dipisahkan dari daging buah dan tempurung kelapa sawit. Inti sawit ini juga dapat menghasilkan minyak (Castro et al., 2022).

Proses produksi inti sawit memiliki indikator yang digunakan untuk menentukan kualitas inti sawit. Indikator tersebut mencakup kadar asam lemak bebas, kadar air dan kadar kotoran. Batas maksimal mutu inti sawit pada indikator kadar air sebesar 7%. Namun, menurut data pada periode Oktober – Desember 2021 menunjukkan bahwa hasil pengolahan inti sawit memiliki kadar air yang berada di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Hal ini dapat memberi dampak kerugian bagi perusahaan. Perusahaan harus membayar biaya pinalti atau menerima pengembalian produk untuk produk yang cacat. Kadar air yang tinggi dapat merubah tekstur inti sawit, menurunkan daya awet inti sawit, dan mengakibatkan mudahnya bakteri untuk berkembang biak. Kadar air yang tinggi juga mempengaruhi tingginya kadar asam lemak bebas pada inti sawit. Kadar asam lemak bebas yang tinggi dapat menyebabkan kehilangan kadar minyak yang besar (Ifa et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah kualitas kadar air dan merekomendasikan usulan perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode Six Sigma pendekatan *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC). *Six Sigma* merupakan sebuah pendekatan yang digunakan perusahaan manufaktur untuk meningkatkan produksi dan kualitas yang berkelanjutan (Abbes et al., 2022). *Six Sigma* berfokus dalam meningkatkan produktivitas perusahaan. *Six sigma* memperbaiki suatu proses dengan cara memperkecil variasi proses (*process variance*) dan mengurangi cacat produk (Rathi et al., 2022). DMAIC menilai proses produksi berdasarkan hasil produk yang dihasilkan dan kinerja produktivitas (Daniyan et al., 2022). Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *improve*. Penelitian ini tidak sampai pada tahap *control*, karena tahap *control* menjadi keputusan pihak manajemen perusahaan.

Six Sigma memiliki ukuran kegagalan dalam bentuk kegagalan per satu juta kesempatan (Defect per Million Opportunities, DPMO). Target dari pengendalian kualitas Six Sigma Motorola sebesar 3,4 DPMO (Widodo & Soediantono, 2022). Target tersebut berarti bahwa pada 1 juta unit produk yang diproduksi hanya ada 3,4 unit yang cacat. Dari DPMO dapat diperoleh nilai six sigma. Semakin banyak produk cacat yang terjadi akibat suatu proses maka semakin rendah pencapaian kualitas dari proses tersebut. Peluang dari kesalahan dan presentase item tidak memiliki cacat menunjukkan bahwa pada tingkat pencapaian sigma 1-sigma nilai DPMO bernilai 691,462 dengan tingkat kepuasan pelanggan 30,9%. Pada tingkat pencapaian 6-sigma nilai DPMO bernilai 3,4 dengan tingkat kepuasan pelanggan 99,9997%

Masalah pengendalian kualitas inti sawit ini menjadi masalah yang tepat untuk diteliti. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas, kualitas dan keseragaman pada inti sawit. Kualitas inti sawit pada indikator kadar air sangat berhubungan dengan proses pemanasan inti sawit (Shah et al., 2022). Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode Six Sigma pendekatan DMAIC masih relevan untuk digunakan. Metode ini berfungsi untuk mengurangi variabilitas proses dan kecacatan produk (Martha Sofia Carrillo et al., 2022).

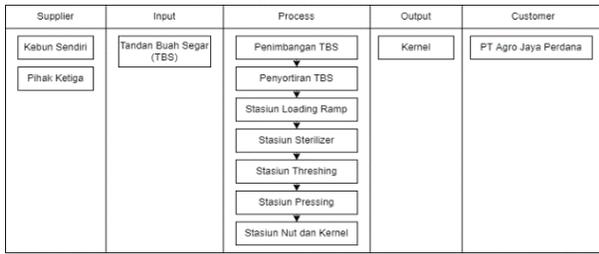
2. Metode Penelitian

Masalah yang dibahas adalah kadar air yang melewati batas spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan data historis. Data primer didapatkan dengan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak terkait. Data sekunder yang digunakan merupakan studi literatur dan data historis terhadap analisis kualitas inti sawit pada bagian Laboratorium dari Oktober sampai Desember 2021. Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan data menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Tahap *Define* dilakukan dengan mengidentifikasi proses kunci dengan SIPOC diagram dan mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ). Tahap *Define* dilakukan dengan mendefinisikan proses inti perusahaan dan kebutuhan spesifik kebutuhan pelanggan. Tahap ini berguna untuk memahami proses dan mencapai tujuan dalam waktu yang tepat. Tahap *Measure* terhadap permasalahan yang telah didefinisikan untuk diselesaikan. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengukur proses kinerja pada saat sekarang. Tahap *Analyze* dilakukan dengan menganalisis sistem untuk mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya masalah dan untuk mengetahui pengaruh dari faktor tersebut (Magodi et al., 2022). Tahap *Improve* dilakukan dengan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi (Yu et al., 2022).

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap Define

Diagram SIPOC untuk proses produksi inti sawit ditunjukkan pada Gambar 1.



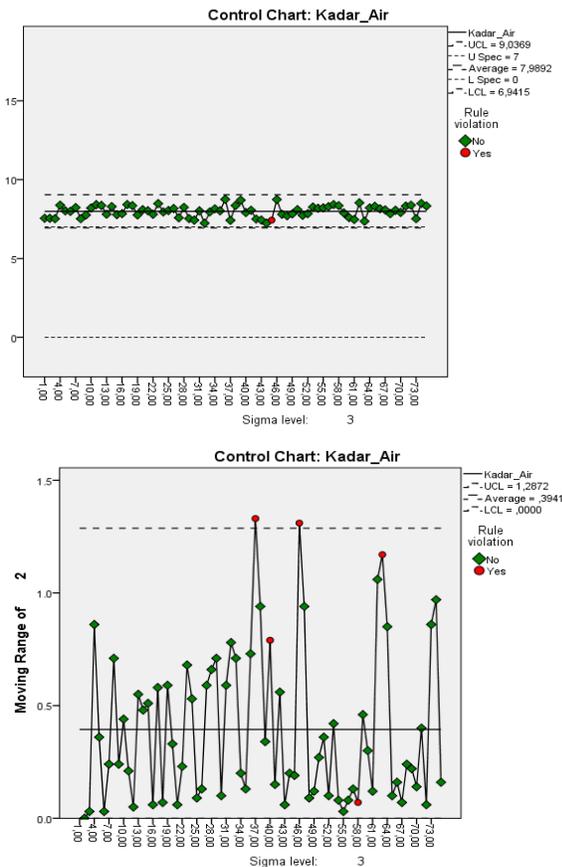
Gambar 1. Diagram SIPOC

CTQ (*Critical to Quality*) menjadi karakteristik kunci kualitas yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses. Produk atau proses harus mencapai batas dari spesifikasinya agar dapat memuaskan kebutuhan pelanggan. CTQ pada penelitian ini dimana kadar air yang memiliki spesifikasi $0\% < \text{Kadar Air} < 7\%$.

Tahap Measure

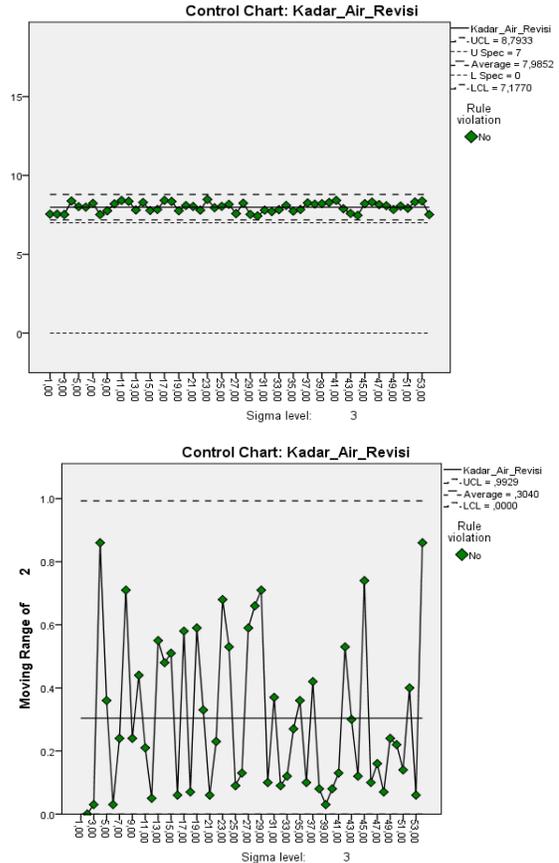
Peta Kendali Variabel

Hasil perhitungan I-MR kadar air menggunakan *software* SPSS ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta I-MR Kadar Air

Berdasarkan grafik, ditunjukkan bahwa terdapat data yang *melanggar rule violations* pada data ke-37, 40, 45, 46, 58, dan 63. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan menghilangkan data yang *melanggar rule violations*. Setelah dilakukan 8 iterasi diperoleh peta kendali revisi yang ditunjukkan pada Gambar 3.

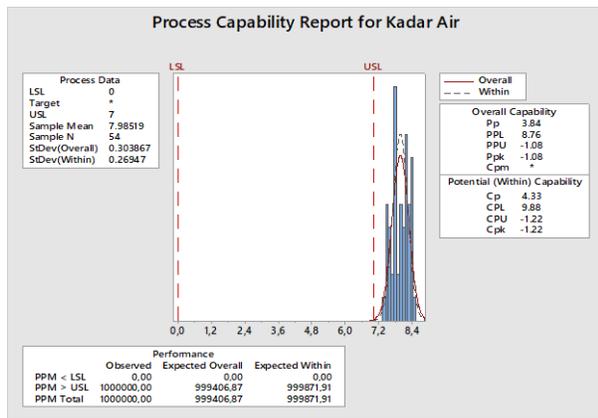


Gambar 3. Peta I-MR Kadar Air Revisi

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa semua data berada yang diluar batas kendali namun tidak terdapat variasi yang *melanggar rule violations*.

Capability Proses

Kapabilitas proses digunakan untuk mengukur perbandingan hasil produk dengan desain proses produksi. Kadar Air memiliki batas spesifikasi atas (USL) sebesar 7% dan batas spesifikasi bawah (LSL) sebesar 0%. Hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* Minitab ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kapabilitas Proses Kadar Air

Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

Perhitungan DPMO untuk kadar air menggunakan rumus sebagai berikut:

$$USL = 7$$

$$\bar{x} = 7,99$$

$$MR = 0,30$$

$$s = \frac{MR}{d2} = \frac{0,30}{1,128} = 0,27$$

$$DPMO = P[z \geq (\frac{USL - \bar{x}}{s})] \times 1000000$$

$$DPMO = P[z \geq (\frac{7 - 7,99}{0,27})] \times 1000000$$

$$DPMO = P[z \geq (-3,66)] \times 1000000$$

$$DPMO = [1 - P(z \leq (-3,66))] \times 1000000$$

$$DPMO = 0,99987 \times 1000000$$

$$DPMO = 999870$$

Berdasarkan DPMO yang tinggi (sangat tidak kompetitif) pada indikator kualitas air yang diperoleh dari proses produksi inti sawit, dilakukan perhitungan nilai sigma sebagai berikut.

Nilai sigma

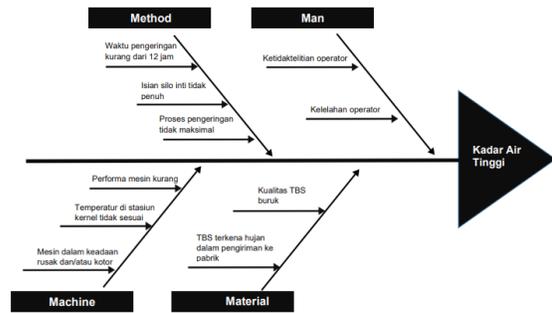
$$= \text{Normsinv}(\frac{1000000 - DPMO}{1000000}) + 1,5$$

$$= \text{Normsinv}(\frac{1000000 - 999870}{1000000}) + 1,5$$

$$= -2,152$$

Tahap Analyze

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kapabilitas proses pada indikator kadar air dengan rata-rata Cpk sebesar -1,22. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat variasi dan *defect* yang tinggi pada proses produksi inti sawit. Nilai sigma kadar air inti sawit sebesar -2,152 yang menunjukkan bahwa sebagian besar kadar air berada di luar batas spesifikasi. Oleh karena itu dilakukan analisis mengenai faktor penyebab masalah kadar air yang tinggi dengan menggunakan *tools fishbone* pada produksi inti sawit yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Fishbone Kadar Air

Berikut merupakan penyebab dari kadar air yang tinggi:

- Faktor Mesin
Faktor performa mesin yang kurang baik, temperature yang kurang optimal pada stasiun inti sawit dan mesin dalam keadaan rusak dan kotor.
- Faktor Material
Faktor kualitas TBS yang buruk yaitu berondolan sawit yang tergores. TBS yang terlalu lama disimpan dan TBS yang terkena hujan saat pengiriman ke pabrik.
- Faktor Manusia
Kelelahan operator dan ketidaktepatan operator diakibatkan lingkungan yang berisik karena suara mesin yang kuat dan posisi kerja yang berulang pada waktu yang lama.
- Faktor Metode
Proses pengeringan inti sawit yang kurang maksimal, waktu pengeringan kurang dari 12 jam dan isian silo yang tidak penuh mengakibatkan kadar air inti sawit yang tinggi.

Tahap Improve

Saran perbaikan sebagai upaya peningkatan kualitas inti sawit pada indikator kadar air adalah sebagai berikut.

Faktor Machine

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai perbaikan (*maintenance*) mesin silo inti dan heater serta jangka waktu penggantian mesin. Hal ini bertujuan agar proses pengeringan inti sawit berjalan dengan optimal (Anyaocha & Zhang, 2022). Selain itu, perlu dilakukan pembersihan pada mesin silo inti secara berkala agar proses penyaluran panas menuju silo inti dapat tersalur dengan maksimal. Temperature saat pengeringan harus dijaga 60-100°C. Paparan yang terlalu ekstrim akan menyebabkan inti sawit pecah (Habibiasr et al., 2022).

Faktor *Method*

Penerapan *Standard Operating Procedure (SOP)* yang telah berlaku di perusahaan saat ini menyebabkan proses pengeringan inti sawit belum maksimal. Sebaiknya dilakukan pengkajian ulang mengenai *Standard Operating Procedure (SOP)* pada stasiun nut & inti sawit (Edo et al., 2022). Hal ini bertujuan untuk menjaga kadar air pada hasil pengolahan inti sawit agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan.

Faktor *Man*

Tempat kerja dan system kerja yang ergonomi dibutuhkan untuk memaksimalkan kerja karyawan (Adeodu et al., 2022). Salah satunya adalah penyediaan APD yang lengkap. Selain itu, pada ketidaktelitian pekerja diperlukan pelatihan karyawan lebih lanjut mengenai proses kerja yang sesuai dengan *Standard Operating Procedure (SOP)* agar proses kerja yang biasa dilakukan dengan salah dapat diperbaiki.

Faktor *Material*

TBS sebaiknya langsung diolah untuk menghindari penurunan kualitas inti sawit. Salah satu sistem yang dapat diterapkan yaitu melakukan sistem First in First Out (FIFO). Selain itu, perlu dilakukan inspeksi yang lebih ketat pada penerimaan TBS (Tandan Buah Segar) (Putri et al., 2022).

4. Penutup

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kapabilitas proses pada indikator kadar air dengan rata-rata Cpk sebesar -1,22. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat variasi dan *defect* yang tinggi pada proses produksi inti sawit. Nilai sigma kadar air inti sawit sebesar -2,152 yang menunjukkan bahwa sebagian besar kadar air berada di luar batas spesifikasi. Berdasarkan hasil pengolahan dengan pendekatan DMAIC didapatkan bahwa kadar air berada di luar spesifikasi dimana penyebabnya telah dianalisis menggunakan diagram *fishbone* dengan faktor mesin, material, manusia dan metode yang mempengaruhi dari kualitas inti sawit. Berikut ini merupakan penyebab dari kadar air yang tinggi. Pada Faktor Mesin, faktor performa mesin yang kurang baik, temperature yang kurang optimal pada stasiun inti sawit dan mesin dalam keadaan rusak dan kotor. Pada Faktor Material, faktor kualitas TBS yang buruk yaitu berondolan sawit yang tergores. TBS yang terlalu lama disimpan dan TBS yang terkena hujan saat pengiriman ke pabrik. Pada Faktor Manusia, kelelahan operator dan ketidaktelitian operator diakibat lingkungan yang berisik karena suara mesin yang kuat dan posisi kerja yang berulang pada waktu yang lama. Pada Faktor Metode, proses pengeringan inti sawit yang kurang maksimal, waktu pengeringan kurang dari 12 jam

dan isian silo yang tidak penuh mengakibatkan kadar air inti sawit yang tinggi. Upaya peningkatan kualitas inti sawit yang disarankan mencakup mengkaji lebih lanjut perbaikan (*maintenance*) dan jangka waktu penggantian mesin silo inti, mengkaji ulang *Standard Operating Procedure (SOP)* pada stasiun nut & inti sawit, mengawasi penggunaan APD lengkap dan sistem First in First Out (FIFO) pada TBS yang akan diolah serta menginspeksi penerimaan TBS (Tandan Buah Segar) dengan lebih ketat.

Daftar Pustaka

- Abbes, N., Sejri, N., Xu, J., & Cheikhrouhou, M. (2022). New Lean Six Sigma readiness assessment model using fuzzy logic: Case study within clothing industry. *Alexandria Engineering Journal*, 61(11), 9079–9094.
- Adeodu, A., Maladzhi, R., Grace, M., Katumba, K.-K., & Daniyan, I. (2022). Development of an Improvement Framework for Warehouse Processes using Lean Six Sigma (DMAIC) Approach. A case of Third Party Logistics (3PL) Services. *Heliyon*.
- Anyaoha, K. E., & Zhang, L. (2022). Technology-based comparative life cycle assessment for palm oil industry: the case of Nigeria. *Environment, Development and Sustainability*.
- Castro, D. P. V., Pimentel, P. R. S., da Silva Júnior, J. M., Virgínio Júnior, G. F., de Andrade, E. A., Barbosa, A. M., Pereira, E. S., Ribeiro, C. V. D. M., Bezerra, L. R., & Oliveira, R. L. (2022). Effects of Increasing Levels of Palm Kernel Oil in the Feed of Finishing Lambs. *Animals*, 12(4).
- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpfu, K., Maladzhi, R., & Kana-Kana Katumba, M. G. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 8(3).
- Edo, G. I., Makinde, M. G., Nwosu, L. C., Ozgor, E., & Akhayere, E. (2022). Physicochemical and Pharmacological Properties of Palm Oil: an Approach for Quality, Safety, and Nutrition Evaluation of Palm Oil. *Food Analytical Methods*.
- Eng Huan Hau, Soek Sin Teh, Siok Koon Yeo, Bee Lin Chua, & Siau Hui Mah. (2022). Transformation of Oil Palm Biomass into Value-Added Components. *Reviews in Agricultural Science*, 10, 36–55.
- Habibiasr, M., Mokhtar, M. N., Ibrahim, M. N., Yunos, K. F. M., & Ibrahim, N. A. (2022). Effect of drying on the physical and chemical properties of palm kernel oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Hafiz, N., Azmi, K. M., Nimfa, D. T., Latiff, A. S. A., & Wahab, S. A. (2022). COVID-19 and Its Implications to the Assessment of Sustainable Palm Oil Supply Chain Management: An Indonesian Perspective. *Frontiers in Sustainability*, 2.

- Ifa, L., Syarif, T., Sartia, S., Juliani, J., Nurdjannah, N., & Kusuma, H. S. (2022). Techno-economics of coconut coir bioadsorbent utilization on free fatty acid level reduction in crude palm oil. *Heliyon*, 8(3), e09146.
- Magodi, A. Y., Daniyan, I. A., & Mpofu, & K. (2022). APPLICATION OF LEAN SIX SIGMA TO A SMALL ENTERPRISE IN THE GAUTENG PROVINCE: A CASE STUDY. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(1), 190–204.
- Martha Sofia Carrillo, Luz Elena Vargas, Carlos Alberto Severiche, Jessica Teresa Peralta, & Iviana Paola Ortega Vélez. (2022). Metodología DMAIC de Lean Six Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3148–3163.
- Putri, E. I. K., Dharmawan, A. H., Hospes, O., Yulian, B. E., Amalia, R., Mardiyarningsih, D. I., Kinseng, R. A., Tonny, F., Pramudya, E. P., Rahmadian, F., & Suradiredja, D. Y. (2022). The Oil Palm Governance: Challenges of Sustainability Policy in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3).
- Rathi, R., Kaswan, M. S., Garza-Reyes, J. A., Antony, J., & Cross, J. (2022). Green Lean Six Sigma for improving manufacturing sustainability: Framework development and validation. *Journal of Cleaner Production*, 345.
- Safi, C., Humblet, N.-P., Geerdink, P., Theunissen, M., Beelen, B., Voogt, J., & Mulder, W. (2022). Valorisation of proteins from palm kernel meal. *Bioresource Technology Reports*, 18, 101050.
- Shah, S. M. A., Shen, Y. J., Salema, A. A., Lee, Y.-Y., Balan, P., Hassan, N. S. M., Siran, Y. M., & Rejab, S. A. M. (2022). Enhanced productivity, quality and heating uniformity by stacking oil palm fruits under microwave irradiation. *International Journal of Thermal Sciences*, 179, 107634.
- Wae-hayee, M., Pakdeechot, S., Hanifarianty, S., & Suksuwan, W. (2022). Minimizing water consumption in oil palm sterilization using direct steaming: Effects of sterilization pressure and time. *Journal of Food Engineering*, 315.
- Wang, R., Lee, K. E., Mokhtar, M., & Goh, T. L. (2022). The Challenges of Palm Oil Sustainable Consumption and Production in China: An Institutional Theory Perspective. *Sustainability*, 14(8), 4856.
- Widodo, A., & Soediantono, D. (2022). Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL AND MANAGEMENT STUDIES (IJOSMAS)*, 3(3).
- Yu, C. M., Huang, T. H., Chen, K. S., & Huang, T. Y. (2022). Construct Six Sigma DMAIC Improvement

Model for Manufacturing Process Quality of Multi-Characteristic Products. *Mathematics*, 10(5).