

SKRIPSI

**PEMUTUAN *CRUDE PALM OIL* (CPO)
DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
BERBASIS JARINGAN SARAF TIRUAN**

***QUALIFICATIONS OF CRUDE PALM OIL (CPO)
WITH DIGITAL IMAGE PROCESSING METHOD
BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK***



**Offianda Kurniawan
05021181823001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

OFFIANDA KURNIAWAN Qualifications of Crude Palm Oil (CPO) With Digital Image Processing Method Based on Artificial Neural Network (Supervised by **AMIN REJO** and **RIZKY TIRTA ADHIGUNA**).

The research aims to determine the quality of Crude Palm Oil (CPO) non-destructively using a digital image processing method based on artificial neural networks build upon the color of Crude Palm Oil (CPO) using a digital camera. The treatment factors were analyzed using the Non-Factorial Completely Randomized Design method with 3 treatment factors at storage temperatures of $40\pm 5^{\circ}\text{C}$, $50\pm 5^{\circ}\text{C}$, and $60\pm 5^{\circ}\text{C}$. The research used CPO quality parameters including free fatty acid content, DOBI index, moisture content, and impurities content.

The results showed that storage temperature treatment had a significant effect on CPO quality parameters including free fatty acids, DOBI index, and moisture content and had no significant effect on quality parameters of impurities content. Storage temperature treatment of $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ resulted in the lowest increase in free fatty acids, the highest rate of decrease in water content, and the highest increase in DOBI index respectively of $0.36\pm 0.10\%/ \text{day}$, $0.11\pm 0.01\%/ \text{day}$, and $0.19\pm 0.02\%/ \text{day}$. The artificial neural network model developed to determine the quality of crude palm oil (CPO) with RGB index input data produces a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value below 5% and the smallest Mean Square Error (MSE) of $3,71\pm 10^{-4}$

Keywords: Artificial neural networks, CPO quality, image processing, storage tempetaure

RINGKASAN

OFFIANDA KURNIAWAN Pemutuan *Crude Palm Oil* (CPO) Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Saraf Tiruan (Dibimbing Oleh **AMIN REJO** dan **RIZKY TIRTA ADHIGUNA**).

Penelitian bertujuan untuk menentukan mutu *Crude Palm Oil* (CPO) secara *non-destruktif* dengan metode pengolahan citra digital berbasis jaringan saraf tiruan berdasarkan warna *Crude Palm Oil* (CPO) dengan memanfaatkan kamera digital. Faktor perlakuan dianalisis dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan 3 faktor perlakuan suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$, $50\pm 5^{\circ}\text{C}$, dan $60\pm 5^{\circ}\text{C}$. Penelitian menggunakan parameter mutu CPO meliputi kandungan asam lemak bebas, indeks DOBI, kadar air, dan kadar kotoran.

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap parameter mutu CPO meliputi asam lemak bebas, indeks DOBI, dan kadar air serta tidak berpengaruh nyata terhadap parameter mutu kadar kotoran. Perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$ mendapatkan hasil peningkatan asam lemak bebas terendah, laju penurunan kadar air tertinggi, dan peningkatan indeks DOBI tertinggi berturut-turut sebesar $0,36\pm 0,10\%$ /hari, $0,11\pm 0,01\%$ /hari, dan $0,19\pm 0,02\%$ /hari. Model jaringan saraf tiruan yang dikembangkan untuk menentukan mutu *crude palm oil* (CPO) dengan data input indeks RGB menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dibawah 5 % dan *Mean Square Error* (MSE) terkecil sebesar $3,71 \times 10^{-4}$.

Kata kunci: Jaringan saraf tiruan, mutu cpo, pengolahan citra, suhu penyimpanan

SKRIPSI

PEMUTUAN *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS JARINGAN SARAF TIRUAN

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Offianda Kurniawan
05021181823001

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMUTUAN *CRUDE PALM OIL* (CPO)
DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
BERBASIS JARINGAN SARAF TIRUAN**

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Offianda Kurniawan
05021181823001**

Pembimbing I

**Palembang, Januari 2023
Pembimbing II**



Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P.
NIP 196101141990011001



Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si.
NIP 198201242014041001




**Mengetahui,
Wakil Dekan Bidang Akademik**



Prof. Dr. Ir. Fih Pratama, M.Sc.(Hons), Ph.D.
NIP 196606301992032002

Skripsi dengan judul "Pemutuan *Crude Palm Oil* (CPO) Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Saraf Tiruan" oleh Offianda Kurniawan telah dipertahankan komisi pengujian Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 Januari 2023 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan dari tim pengujian.

Komisi Pengujian

1. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P
NIP 196101141990011001 Pembimbing I 
2. Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si Pembimbing II 
3. Ir. Haisen Hower, M.P
NIP. 196612091994031003 Pengujian 

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Indralaya, Januari 2023

Kordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Budi Santoso S.TP., M.Si
NIP. 197506102002121002

Dr. Puspitahati, S.TP., M.P
NIP. 197908152002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Offianda Kurniawan

NIM : 05021181823001

Judul : Pemutuan *Crude Palm Oil* (CPO) Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Saraf Tiruan

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi Pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Januari 2023



[Offianda Kurniawan]

RIWAYAT HIDUP

Offianda Kurniawan. Lahir di Terawas pada 08 Juli 2000. Penulis merupakan anak dari pasangan Yuyud Wahyudi dan Heli Nirwana. Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2012 di MI Nurul Falah Terawas. Sekolah menengah pertama diselesaikan pada tahun 2015 di SMP Negeri Terawas dan sekolah menengah atas diselesaikan pada tahun 2018 di MA Negeri 1 Lubuklinggau.

Penulis tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian pada bulan Agustus 2018, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Saat ini penulis merupakan anggota aktif Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Universitas Sriwijaya dan demisioner Gubernur Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya masa bakti 2020-2021.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kenikmatan yang melimpah serta berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pemutuan *Crude Palm Oil* (CPO) Dengan Metode Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Saraf Tiruan “.

Tugas akhir merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, yang dilaksanakan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P selaku pembimbing akademik dan pembimbing pertama skripsi yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini dan Bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Orang tua yang telah membantu dengan doa, teman-teman yang telah memberi semangat dan semua pihak yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga skripsi ini dapat memberikan informasi bagi semua yang membutuhkan.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bila ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Januari 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat, ridho, dan karunia-Nya dan sholawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sebaik-baik teladan bagi umatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas segala bentuk bantuan, bimbingan, dukungan, kritik, saran dan pengarahan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE, IPU., ASEAN. Eng selaku Rektor Universitas Sriwijaya atas waktu dan bantuan yang diberikan kepada penulis selaku mahasiswa Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Muslim, M.Agr selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas waktu dan bantuan yang diberikan kepada penulis selaku mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Budi Santoso, S.TP, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian.
4. Ibu Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
5. Ibu Dr. Puspitahati, S.TP, M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo M.P selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing skripsi pertama yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan, arahan, bantuan, motivasi, dukungan dan semangat kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknologi Pertanian
7. Bapak Dr. Rizky Tirta Adhiguna S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan ilmu, motivasi, arahan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
8. Bapak Ir. Haisen Hower, M.P selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
9. Bapak Edi Agustar, S.TP selaku Masinis Kepala Pabrik Pengolahan Kelapa

Sawit PTPN 7 Unit Sungai Lengi yang telah memberikan bantuan selama penulis melaksanakan penelitian

10. Bapak Sutryto Utama, S.T selaku Asisten *Quality Assurance* Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit PTPN 7 Unit Sungai Lengi dan Pembimbing lapangan penulis selama melaksanakan kegiatan penelitian.
11. Bapak Arnoldi, Bapak Usman Juliadi, Bapak Priantoro, Bapak Wahyuno, Bapak Dwi Mukti, dan Ibu Evi Suryani selaku analis laboratorium yang telah banyak membantu penulis selama menjalankan penelitian.
12. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan tentang teknologi pertanian.
13. Staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian, kak Jhon dan Mba desi terima kasih atas segala informasi dan bantuannya.
14. Orangtua saya Ayahanda Yuyud Wahyudi dan Ibunda Heli Nirwana atas segala cinta dan kasih sayang serta doa yang takpernah berhenti mengiringi langkah, dukungan baik moral maupun materi, motivasi serta pengorbanan dan perjuangan selama ini.
15. Adinda Puji Lestari yang telah memberikan bantuan dan semangat yang tidak terhingga.
16. Terima kasih kepada seluruh sahabat Daerah Istimewa kamar 15 Febi, Bram, Riza, Rozali, Julianto, Yayan, Yusril, Budi, dan Srigala terakhir kosan yang telah berbagi cerita dan suka cita selama ini, terima kasih kepada Indah, Berlin, Munir, dan Bili sebagai bagian dari tim *image processing* dan jaringan saraf tiruan yang telah berjuang bersama-sama selama penelitian dilaksanakan.
17. Terima kasih kepada teman-teman jurusan Teknologi Pertanian khususnya Teknik Pertanian Indralaya 2018 yang telah berbagi suka dan duka selama proses perkuliahan.
18. Terima kasih kepada kakak tingkat 2016, 2017 dan adik tingkat 2019, 2020, 2021, dan 2022 tanpa terkecuali yang telah memberikan bantuan dan arahan kepada penulis.
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Dengan segala kerendahan hati penulis persembahkan skripsi ini dengan harapan agar bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kelapa Sawit	4
2.2. <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	5
2.2.1. Asam Lemak Bebas (ALB).....	6
2.2.2. <i>Deterioration of Bleachability Index</i> (DOBI).....	7
2.2.3. Warna CPO	8
2.2.4. Kadar Air CPO.....	8
2.2.5. Katar Kotoran CPO.....	9
2.3. Pengolahan Citra Digita (<i>Image Processing</i>).....	10
2.4. Jaringan Saraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	11
2.4.1. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan.....	12
2.4.2. Algoritma Propagasi Balik (<i>Backpropagation</i>)	14
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	15
3.1. Waktu dan Tempat	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Metode Analisis Data.....	16
3.5. Prosedur Penelitian.....	16
3.5.1. Metode Pengambilan Sampel.....	16
3.5.2. Persiapan Sampel CPO	17

	Halaman
3.5.3. Pengamatan Sampel CPO	17
3.5.4. Pengambilan Citra CPO	18
3.5.5. Uji Laboratorium Kandungan Asam Lemak Bebas CPO	18
3.5.6. Pengukuran Kadar Air dan DOBI CPO	19
3.5.7. Pengukuran Kadar Kotoran CPO	19
3.5.8. Pembuatan Program Pengolahan Citra CPO	20
3.6. Analisa Statistik	20
3.7. Parameter Penelitian.....	22
3.7.1. Asam Lemak Bebas	22
3.7.2. Kadar Air.....	23
3.7.3. Kadar Kotoran.....	23
3.7.4. <i>Deterioration of Bleachability Index (DOBI)</i>	24
3.8. Pengolahan Citra Digital	24
3.9. Konsep Jaringan Saraf Tiruan.....	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Pengembangan Program Pengolahan Citra Digital.....	27
4.2. Analisis Model Warna dan Mutu <i>Crude Palm Oil (CPO)</i>	30
4.3. Pengembangan Model Jaringan Saraf Tiruan	36
4.4. Pelatihan Model Jaringan Saraf Tiruan (<i>Training</i>).....	37
4.5. Pengujian Model Jaringan Saraf Tiruan (<i>Validation</i>).....	41
4.6. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kandungan Asam Lemak Bebas <i>Crude Palm Oil (CPO)</i>	45
4.7. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	49
4.8. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Indeks DOBI <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	53
4.4. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Kotoran <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	58
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	60
5.3. Ucapan Terimakasih.....	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur neuron JST.....	12
Gambar 2.2. Jaringan <i>single layer</i>	13
Gambar 2.3. Jaringan <i>Multilayer</i>	13
Gambar 2.4. Jaringan layer kompetitif.....	14
Gambar 3.1. Konsep arsitektur jaringan saraf tiruan.....	25
Gambar 4.1. Desain program penentuan mutu cpo hasil pengembangan <i>image processing</i>	27
Gambar. 4.2. Menu <i>extraction panel</i>	28
Gambar 4.3. Menu <i>analysis panel</i>	29
Gambar 4.4. Menu <i>parameters panel</i>	29
Gambar 4.5. Menu <i>histogram panel</i>	30
Gambar 4.6. Analisis Indeks RGB pada program pengolahan citra.....	31
Gambar 4.7. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	31
Gambar 4.8. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap penurunan kadar air CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	32
Gambar 4.9. Grafik hubungan indeks warna terhadap peningkatan indeks DOBI CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	32
Gambar 4.10. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	33
Gambar 4.11. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap penurunan kadar air CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	33
Gambar 4.12. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap peningkatan indeks DOBI CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	34
Gambar 4.13. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	34

	Halaman
Gambar 4.14. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap penurunan kadar air CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	35
Gambar 4.15. Grafik hubungan indeks warna citra CPO terhadap peningkatan Indeks DOBI CPO pada perlakuan suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	35
Gambar 4.16. Grafik <i>regression</i> data hasil pelatihan model jaringan syaraf tiruan untuk parameter kandungan asam lemak bebas CPO.....	38
Gambar 4.17. Grafik <i>regression</i> data hasil pelatihan model jaringan syaraf tiruan untuk parameter kadar air CPO	38
Gambar 4.18. Grafik <i>regression</i> data hasil pelatihan model jaringan syaraf tiruan untuk parameter indeks DOBI CPO	39
Gambar 4.19. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter kandungan asam lemak bebas hasil latih model jaringan saraf tiruan	40
Gambar 4.20. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter kadar air hasil latih model jaringan saraf tiruan	41
Gambar 4.21. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter indeks DOBI hasil latih model jaringan saraf tiruan	41
Gambar 4.22. Grafik <i>regression</i> data parameter kandungan asam lemak bebas hasil pengujian model jaringan saraf tiruan	42
Gambar 4.23. Grafik <i>regression</i> data parameter kadar air hasil pengujian model jaringan syaraf tiruan	42
Gambar 4.24. Grafik <i>regression</i> data parameter indeks DOBI hasil pengujian model jaringan syaraf tiruan	42
Gambar 4.25. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter kandungan asam lemak bebas hasil pengujian model jaringan saraf tiruan	43
Gambar 4.26. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter kadar air hasil pengujian model jaringan saraf tiruan	43
Gambar 4.27. Grafik perbandingan data target dan keluaran parameter indeks DOBI hasil pengujian model jaringan syaraf tiruan.....	44
Gambar 4.28. Peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	45
Gambar 4.29. Peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	46

	Halaman
Gambar 4.30. Peningkatan kandungan asam lemak bebas CPO pada suhu penyimpanan $60\pm 5^{\circ}\text{C}$	46
Gambar 4.31. Rerata peningkatan asam lemak bebas <i>crude palm oil</i> (CPO)	47
Gambar 4.32. Penurunan kadar air CPO pada suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	50
Gambar 4.33. Penurunan kadar air CPO pada suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	50
Gambar 4.34. Penurunan kadar air CPO pada suhu penyimpanan $60\pm 5^{\circ}\text{C}$	51
Gambar 4.35. Rerata penurunan kadar air <i>crude palm oil</i> (CPO).....	52
Gambar 4.36. Peningkatan indeks DOBI CPO pada suhu penyimpanan $40\pm 5^{\circ}\text{C}$	54
Gambar 4.37. Peningkatan indeks DOBI CPO pada suhu penyimpanan $50\pm 5^{\circ}\text{C}$	55
Gambar 4.38. Peningkatan indeks DOBI CPO pada suhu penyimpanan $60\pm 5^{\circ}\text{C}$	55
Gambar 4.39. Rerata peningkatan indeks DOBI <i>crude palm oil</i> (CPO).....	56
Gambar 4.40. Rerata kadar kotoran <i>crude palm oil</i> (CPO).....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tingkat fraksi matang panen tandan buah segar (TBS)	5
Tabel 2.2. Sifat fisik dan kimia minyak kelapa sawit.....	6
Tabel 2.3. Kandungan asam lemak bebas minyak kelapa sawit.....	6
Tabel 3.1. Tabel analisis sidik ragam model RAL	21
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>moisture analyzer</i> moc63u.....	23
Tabel 3.3. Spesifikasi NIR FOSS DA 1650	24
Tabel 4.1. Hasil rancangan jaringan saraf tiruan pelatihan data mutu <i>crude palm oil</i> (CPO)	37
Tabel 4.2. Akurasi pelatihan jaringan saraf tiruan.....	39
Tabel 4.3. Persamaan linear hasil latih jaringan syaraf tiruan.....	40
Tabel 4.4. Akurasi pengujian jaringan saraf tiruan.....	44
Tabel 4.5. Hasil pengukuran kandungan asam lemak bebas CPO	45
Tabel 4.6. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh suhu penyimpanan terhadap peningkatan persentase kandungan asam lemak bebas <i>crude palm oil</i> (CPO)	48
Tabel 4.7. Hasil pengukuran kadar air CPO	49
Tabel 4.8. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar air <i>crude palm oil</i> (CPO)	53
Tabel 4.9. Hasil pengukuran indeks DOBI CPO.....	54
Tabel 4.10. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% pengaruh suhu penyimpanan terhadap peningkatan indeks DOBI CPO <i>crude palm oil</i> (CPO)	57
Tabel 4.11. Hasil pengukuran kadar kotoran CPO	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	69
Lampiran 2. Data aktual pengukuran asam lemak bebas <i>crude palm oil</i> pada berbagai taraf perlakuan	71
Lampiran 3. Data aktual pengukuran kadar air <i>crude palm oil</i> pada berbagai taraf perlakuan	72
Lampiran 4. Data aktual pengukuran indeks DOBI <i>crude palm oil</i> pada berbagai taraf perlakuan	73
Lampiran 5. Data aktual pengukuran kadar kotoran <i>crude palm oil</i> pada berbagai taraf perlakuan	74
Lampiran 6. Analisa statistik pengaruh suhu penyimpanan terhadap peningkatan asam lemak bebas <i>crude palm oil</i>	75
Lampiran 7. Analisa statistik pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan kadar air <i>crude palm oil</i>	77
Lampiran 8. Analisa statistik pengaruh suhu penyimpanan terhadap peningkatan indeks DOBI <i>crude palm oil</i>	79
Lampiran 9. Analisa statistik pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan kadar kotoran <i>crude palm oil</i>	81
Lampiran 10. Teladan perhitungan persentase asam lemak bebas hasil titrasi	79
Lampiran 11. Teladan perhitungan persentase kadar kotoran hasil penyaringan vakum.....	83
Lampiran 12. Perbandingan data aktual asam lemak bebas terhadap hasil latih dan model jaringan saraf tiruan	84
Lampiran 13. Perbandingan data aktual kadar air terhadap hasil latih dan model jaringan saraf tiruan	85
Lampiran 14. Perbandingan data aktual asam lemak bebas terhadap hasil latih dan model jaringan saraf tiruan	91
Lampiran 15. <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output asam lemak bebas <i>crude palm oil</i>).....	94
Lampiran 16. <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output asam lemak bebas <i>crude palm oil</i>).....	96
Lampiran 17. <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output kadar air <i>crude palm oil</i>)	97
Lampiran 18. <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output kadar air <i>crude palm oil</i>).....	99

Halaman

Lampiran 19. <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output indeks DOBI <i>crude palm oil</i>).....	101
Lampiran 20. <i>Source code</i> pada program pepengujian jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output indeks DOBI <i>crude palm oil</i>).....	103
Lampiran 21. <i>Source code</i> pada program pelatihan jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output klasifikasi mutu).....	105
Lampiran 22. <i>Source code</i> pada program pengujian jaringan syaraf tiruan matlab r2021a (output klasifikasi mutu).....	108
Lampiran 23. <i>Source code</i> pada program pengolahan citra digital pemutuan CPO	110
Lampiran 24. Dokumentasi penelitian	159

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan komoditi pertanian yang digunakan untuk menghasilkan minyak nabati di Indonesia. Tingginya tingkat permintaan minyak nabati di pasaran menjadikan kelapa sawit sebagai tumbuhan yang banyak dibudidayakan, sehingga perkebunan kelapa sawit tersebar di 22 provinsi yang terletak di berbagai pulau di Indonesia (Himmah *et al.*, 2020). Minyak nabati berbahan dasar kelapa sawit memiliki banyak manfaat, sehingga tingkat permintaannya di pasaran relatif tinggi. Minyak nabati yang dihasilkan dari kelapa sawit memiliki lebih banyak keunggulan, jika dibandingkan dengan tanaman lain yang menghasilkan minyak nabati juga seperti (kacang kedelai, kacang tanah, kelapa, dan lain-lain). Kadar kolesterol menjadi orientasi pilihan konsumen dalam memilih produk pangan yang digunakan untuk kebutuhan konsumsi karena kadar kolesterol akan berdampak pada kesehatan konsumen. Masa produksi kelapa sawit yang relatif lama menjadi pilihan bagi pengusaha kelapa sawit karena berdampak pada biaya produksi yang relatif lebih rendah. Tingkat kolesterol yang lebih rendah dan masa produksi yang cenderung lama (22 tahun) menjadi keunggulan tersendiri yang dimiliki oleh kelapa sawit (Kashi dan Widodo, 2019).

Minyak kelapa sawit mentah (*Crude palm oil*) merupakan produk yang dihasilkan oleh industri pertanian di Indonesia. Tingkat produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia relatif tinggi. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 48.417.897 ton (BPS, 2019). Pada tahun 2020, Indonesia menargetkan jumlah produksi minyak kelapa sawit sebesar 40 juta ton dengan permintaan domestik sebesar 20 juta ton, jumlah produksi minyak kelapa sawit Indonesia akan terus meningkat seiring dengan permintaan ekspor yang semakin meningkat setiap tahunnya karena disebabkan beberapa negara mengalihkan konsumsi minyak nabati yang bersumber dari minyak kedelai ke minyak kelapa sawit (Rifai *et al.*, 2014).

Pengembangan produksi CPO harus berorientasi pada peningkatan kualitas mutu CPO sehingga dapat meningkatkan nilai tambah produk CPO. Pengembangan produksi CPO dengan orientasi peningkatan mutu perlu memperhatikan standar mutu yang dapat dilihat dari karakteristik CPO. Standar mutu sangat penting digunakan dalam menentukan kualitas CPO, beberapa faktor dalam menentukan kualitas CPO menurut SNI 01-2901-2006, yaitu : kandungan air, kandungan kotoran, kandungan asam lemak bebas, warna CPO, dan bilangan iod (Wulandari *et al.*, 2011). Penelitian lain menjelaskan bahwa, menganalisis kualitas CPO juga dapat dilakukan melalui penentuan bilangan iod dan bilangan peroksida karena bilangan-bilangan ini dapat merepresentasikan kualitas kejenuhan asam lemak yang menyusun lemak pada CPO (Marina, 2018). Penurunan kualitas mutu CPO dapat terjadi karena faktor proses panganan pasca panen dalam mengubah TBS (tandan buah segar) menjadi CPO, serta sumber daya yang terlibat didalam proses tersebut. Penurunan kualitas CPO dapat dilihat dari kecacatan pada produk CPO yang diakibatkan oleh bahan baku, manusia (operator), lingkungan dan metode kerja (Lubis *et al.*, 2013).

Standar mutu digunakan sebagai parameter dalam menganalisis kualitas mutu produk pertanian. Metode-metode yang digunakan dalam analisis mutu produk pertanian sangat beragam. Salah satu metode pengukuran kualitas produk pertanian adalah dengan menjadikan penampilan fisik sebagai parameter pengukuran. faktor yang sering digunakan dalam menganalisis penampilan fisik suatu produk pertanian adalah warna (Dinar *et al.*, 2012). Warna CPO dipengaruhi oleh kandungan senyawa β -karoten yang berpotensi memperlambat pembentukan asam lemak bebas dan peroksida selama pemanasan (Budiyanto *et al.*, 2010). Warna menjadi parameter penting dalam menentukan kualitas mutu CPO karena berhubungan langsung dengan beberapa kandungan didalam CPO yang berpengaruh terhadap kualitas mutu.

Salah satu metode pendekatan yang dapat digunakan dalam analisa warna produk pertanian adalah pengolahan citra (*image processing*) yang di hubungkan dengan sistem otomatisasi berbasis jaringan saraf tiruan (*artificial neural network*). Pengolahan citra (*image processing*) merupakan proses komputerisasi citra guna memperbaiki kualitas citra sehingga memudahkan dalam interpretasi citra yang

dilakukan komputer dan manusia (Agian *et al.*, 2015). Jaringan saraf tiruan merupakan sistem yang dikelola untuk mengolah data-data tertentu guna menghasilkan keputusan yang tepat berdasarkan data-data yang ada serta hubungan setiap data-data tersebut (Dinar *et al.*, 2012). Pengolahan citra digunakan untuk kegiatan visualisasi karakteristik objek dalam hal ini CPO, kemudian data-data yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan metode jaringan saraf tiruan guna menghasilkan keputusan yang tepat berdasarkan data yang ada. Kombinasi penggunaan teknologi pengolahan citra dengan jaringan saraf tiruan memungkinkan hasil yang maksimal dalam memberikan informasi, karena dapat menyelesaikan masalah non-linear (Dinar *et al.*, 2012).

Metode konvensional dengan menggunakan indera manusia untuk kegiatan identifikasi karakteristik produk pertanian dinilai kurang efisien karena dalam jumlah banyak dapat menyebabkan kelelahan dan kesalahan penglihatan. Metode destruktif dalam menentukan karakteristik produk pertanian juga dinilai kurang efisien karena membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan analisis laboratorium yang rumit, sehingga metode *non-destruktif* dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan menjadi solusi dalam menentukan kualitas mutu CPO (Abdillah, 2019).

Mengembangkan metode pengolahan citra berbasis jaringan saraf tiruan dapat membuat penentuan kualitas mutu CPO secara non-destruktif dilakukan dilapangan secara cepat dengan hasil yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur RGB warna CPO dan memprediksi mutu CPO secara *non-destruktif* berdasarkan warna dengan metode pengolahan citra berbasis jaringan saraf tiruan.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan menentukan mutu *Crude Palm Oil* (CPO) secara *non-destruktif* dengan metode pengolahan citra digital berbasis jaringan saraf tiruan berdasarkan warna *Crude Palm Oil* (CPO) dengan memanfaatkan kamera digital

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M., 2019. Penentuan Mutu Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Agian, D.G., Harahap, L.A. dan Panggabean, S., 2015. Identifikasi Kematangan Buah Markisa (*Passiflora edulis*) dengan Pengolahan Citra Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3(3), pp.365-70.
- Agustin, M. dan Prahasto, T., 2012. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 2(2), pp.89-97.
- Ali. S.F., Shamsudin. R., dan Yunus. R. 2014. The Effect Storage Time of Chopped Oil Palm Fruit Bunches on The Palm Oil Quality. *Agriculture and Agriculture Science Procedia*. Vol. 2 166-172.
- Ayustaningwarno, F., 2010. Kinetika Parameter Stabilitas Oksidasi Minyak Sawit Merah. Tesis. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Badieah, B., Gernowo, R., and Surarso, B., 2016. Metode Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Performa Siswa Pada Pembelajaran Berbasis *Problem Based Learning* (PBL). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), pp.46-58.
- Bariyah, K., Andarwulan, N., dan Hariyadi, P. 2017. Pengurangan Kadar Digliserida dan Asam Lemak Bebas dan Minyak Sawit Kasar Menggunakan Adsorben. *Agritech*. 37(1), pp. 48-58.
- BPS, 2019. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. 1st ed. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budiyanto, Silsilia, D., Efendi, Z. dan Janika, R., 2010. Perubahan Kandungan B-Karoten, Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah Selama Pemanasan. *Agritech*, 30(2), pp.75-79.
- Dewi, L.A., Susanto, W.A., dan Maligan, J.M., Penanganan Pasca Panen Kelapa Sawit (Penyemprotan Dengan Natrium Benzoat Dan Kalium sorbat Terhadap Mutu CPO). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2), pp. 489-498.

- Desiani, A., Zayanti, D.A., Primarhta, R., dan Efriliyanti, F., dan Andriani, N.A.C. 2021. Variasi *Thresholding* untuk Segmentasi Pembuluh Darah Citra Retina. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*. 7(2), pp. 255-262.
- Dinar, L., Suyantohadi, A. dan Fallah, M.A.F., 2012. Pendugaan Kelas Mutu Berdasarkan Analisis Warna dan Bentuk Biji Pala (*Mysristica fragrans hout*) Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 26(1), pp.53-59.
- Edha, H., Sitorus, S.H. & Ristian, U., 2020. Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna *Hue Saturation Intensity* (HSI) untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 8(1), pp.1-10.
- Effendi, M., Fitriyah & Effendi, U., 2017. Identifikasi Jenis dan Mutu Teh Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknotan*, 11(2), pp.67-76.
- Febrina, M., Arina, F., dan Ekawati, R., 2013. Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation*. *Jurnal Teknik Industri*, 1(2), pp. 174-179.
- Hanafiah, K.A. 2021. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo: Jakarta.
- Harnis, P., Sari, Y.A., dan Rahman, M.A. 2019. Segmentasi Citra Kue Tradisional menggunakan *Otsu Thresholding* pada Ruang Warna CIE LAB. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(7), pp. 6799-6808.
- Hasibuan, H.A. 2016. *Deterioration Of Bleachability Index Pada Crude Palm Oil: Bahan Review Dan Usulan Untuk Sni 01-2901-2006*. *Jurnal Standardisasi*. 18 (1), pp. 24-33.
- Hasibuan, H. A., Warnoto, Lubis, A., Magindrin, I dan Silalahi, S. (2015). Asam lemak bebas, karoten, dobi dan korelasinya pada *crude palm oil* (CPO). *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2015 in progress*.
- Hermantoro, 2011. Aplikasi Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Kadar Bahan Organik dalam Tanah. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 25(1), pp.1-8.
- Heryani, H. & Nugroho, A., 2017. *CCP dan CP pada Proses Pengolahan CPO dan CPKO*. 1st ed. Yogyakarta: Deepublish.
- Himmah, E.F., Widyaningsih, M. dan Maysaroh, 2020. Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB dan HSV Menggunakan Metode *K-Means Clustering*. *Jurnal Sains dan Informatika*, 6(2), pp.193-202.

- Hizham, F.A., Nurdiansyah, Y. & Firmansyah, D.M., 2018. Implementasi Metode *Backpropagation Neural Network* (BNN) dalam Sistem Klasifikasi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus: Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember). *Jurnal Berkala Sainstek*, 6(2), pp.97-105.
- Hutasoit, N., Ina, P.T., dan Permana, I.D.G.M. 2017. Optimasi pH dan Suhu pada Kativitas Enzim Lipase dari Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) Berkapang. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 5(2), pp. 95-102.
- Jauhari, D., Himawan, A. & Dewi, C., 2016. Prediksi Distribusi Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* di PDAM Kota Malang. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), pp.83-87.
- Kashi, R.Y. dan Widodo, E., 2019. Pengendalian Kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) Dengan Diagram Kontrol *Multivariat Exponatially Weighted Moving Avarage* (MEWMA). In *Prosiding Seminar Nasional Matematika 2*. Semarang, 2019. Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang.
- Layly, I.R., Widyasti, E., Waltam, D.R., Mufti, A., Wiguna, N., dan Trismilah. 2020. Isolasi Mikroorganisme Potensial Penghasil Lipase dari Limbah Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Malinping. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*. 13(2), pp. 228-241.
- Lesnussa, Y.A., Latuconsina, S., Perulesy, E.R. 2015. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif*. 11(2), pp.149-160.
- Lesnussa, Y.A., Sinay, L.J. & Idah, M.R., 2017. Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Ambon. *Jurnal Matematika Integratif*, 13(2), pp.63-72.
- Lisa, M., Lutfi, M., dan Susilo, B. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Jamur Tiram Putih (*Plaerotus ostreatus*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3(3), pp. 270-279
- Lubis, R.P., Poerwanto dan Anizar, 2013. Usulan Perbaikan Kualitas Produk CPO dengan Menggunakan Konsep Kaizen di PT XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 2(1), pp.24-31.
- Lumbantoruan, D., Rohanah, A., dan Rindang, A. 2014. Uji Pengaruh Suhu Pemanasan Biji Kemiri dengan Menggunakan *Oil Press* Tipe Ulir terhadap Rendemen Mutu Minyak yang Dihasilkan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Hortikultura*. 2(30), pp. 92-98.

- Mahmudan Z, A., Nisa, F. C., 2014. Efek Penggorengan Kentang Dengan Oven Microwave Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Minyak Kelapa Sawit Sawit (*Elaeis Guineensis*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), pp. 151-160.
- Maimun, T., Arahman, N., Arifah Hsb, F, dan Rahayu, P. 2017. Penghambatan Peningkatan Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) pada Buah Kelapa Sawit dengan Menggunakan Asam Cair. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 9(2), pp. 44-49.
- Mandri, Made. 2021. Permodelan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Pertumbuhan Tanaman Serai Wangi Varietas Sitrona 2 (*Andropogon nardus L.*). Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Muchtadi,T.R., Ilma, A. N., Dase Hunaefi, D., dan Yuliani, S. 2015. Kondisi Homogenisasi Dan Prapeningkatan Skala Proses Mikroenkapsulasi Minyak Sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25 (3), pp.248-259.
- Mulyati, T. A., Pujiono, F. E., Lukis, P. A. 2015. Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Kualitas Minyak Goreng Kemasan Kelapa Sawit. *Jurnal Wiyata*, 2(2), pp.162-168.
- Mustafidah, H., Budiastanto, M. Z., dan Suwarsito, 2019.Kinerja Algoritma Pelatihan *Levenberg-Marquardt* dalam Variasi Banyaknya Neuron pada Lapisan Tersembunyi. *Jurnal Informatika*, 7 (2), pp.115-123.
- Masykur, 2013. Pengembangan Industri Kelapa Sawit Sebagai Penghasil Energi Bahan Bakar Alternatif dan Mengurangi Pemanasan Global (Studi di Riau Sebagai Penghasil Kelapa Sawit Terbesar di Indonesia). *Jurnal Reformasi*, 3(2), pp.96-107.
- Nurchayono, I. D dan Zubaidah, E., 2015. Pengaruh Konsentrasi *Carboxymethyl Cellulose* sebagai *edible Coating* dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia wortel kering Instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3), pp. 1192-1202.
- Nurfiqih, D., Hakim, L., dan Muhammad. 2021. Pengaruh Suhu, Persentase Air, dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (ALB) pada *Crude Palm Oil* (CPO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), pp. 1-14.
- Nurhayati, D., 2015. Analisis Citra Digital CT Scan dengan Metode Ekualisasi Histogram dan Statistik Orde Pertama. *Journal Sistem Komputer*. 05(01), 1-4.
- Oktora, A.R., Ma'ruf, W.R. dan Agustini, T.W., 2016. Pengaruh Penggunaan Senyawa Fiksator Terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Beta Karoten Mikroalga *Dunaliella salina* pada Kondisi Suhu Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), pp.206-213.

- Permatasari, A.I dan Mahmudy, W.F. 2015. Pemodelan Regresi Linear dalam Konsumsi Kwh Listrik di Kota Batu Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Mahasiswa PTIK Universitas Brawijaya*. 5(4), pp. 1-9.
- Rangkuti, I. U. P., dan Syahputra, A. 2019. Warna Minyak Sawit Mentah Dan Stabilitas Warna Berdasarkan Tingkat Kematangan Buah Yang Berasal Dari Kebun Dengan Ketinggian 800 MDPL. *Jurnal Agro Fabrica*, 1(2), pp.32-37.
- Renjani, R. A., Sugiarto, R., dan Dharmawati, N. D., 2020. Pengamatan Kualitas CPO Pada *Storage Tank* Dengan Penambahan Sistem Pengadukan Pada Berbagai Variasi Temperatur. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(9), pp.343-352.
- Rianto, P dan Harjoko, A. 2017. Penentuan Kematangan Buah Salak Pondoh Di Pohon Berbasis Pengolahan Citra Digital. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics System*. 11(2), pp. 143-154.
- Rifai, N., Syaukat, Y., Siregar, H. dan Gumbira-Said, E., 2014. Dampak Pengembangan Produk Turunan Minyak Sawit Terhadap Peningkatan Ekspor Produk Minyak Sawit ke Pasar Amerika Serikat. *Jurnal Agro Ekonomi*, 32(2), pp.107-25.
- Sari, M., Ritonga, Y. & Saragih, S.W., 2018. Pengaruh Kadar Air pada Proses Pemucatan Minyak Kelapa Sawit. *Talenta Conference Series: Sains and Technology*. Medan, 2018. Talenta Publisher Universitas Sumatera Utara.
- Sarungallo, Z.L., Hariyadi, P., Andarwulan, dan N., Purnomo, E.H. 2014. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Mutu Kimia Dan Komposisi Asam Lemak Minyak Buah Merah (*Pandanus Conoideus*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 24(3). Pp. 209-217.
- Seikh, S.K dan Unde, M.G. 2012. Short-Term Load Forecasting Using ANN Technique. *International Journal of Engineering Sciences and Emerging Technologies*, 1(2), pp.97-107.
- Setyoprato, Puguh., 2012. Produksi Asam Lemak Bebas dari Minyak Kelapa Sawit dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*. 7(1), pp. 26-31.
- Silalahi, R.L.R., Sari, D.P. & Dewi, I.A., 2017. Pengujian *Free Fatty Acid* (FFA) dan Colour untuk Mengendalikan Mutu Minyak Goreng Produksi PT.XYZ. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), pp.41-50.
- Sudarsono, A., 2016. Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode *Backpropagation* (Studi Kasus Kota Bengkulu). *Jurnal Media Infotama*, 12(1), pp.61-69.
- Sugiyono., Wibowo, M., Soekopitojo, S., dan Wulandari, N. 2012. Pembuatan Bahan Baku Spreads Kaya Karoten Dari Minyak Sawit Merah Melalui

- Interesterifikasi Enzimatik Menggunakan Reaktor Batch. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 8(2), pp. 117-125.
- Suhartono. 2012. *Integration of Artificial Neural Network into Generic L-System Programming Based Plant Modeling Environment with Mathematica: Ilustrasi Permodelan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: Kementerian Agama RI.
- Suhatman, Y., Suryanto, A. & Setyobudi, L., 2016. Studi Kesesuaian Faktor Lingkungan dan Karakter Morfologi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) Produktif. *Jurnal Produksi Tanaman* , 4(3), pp.92-98.
- Thoriq, A., Herodian, S. & Sutejo, A., 2016. Kajian Karakteristik Spektrum Tandan Buah Segar(TBS) Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Teknotan* , 10(1), pp.1-10.
- Tupamahu, F., Sukmana, S.F., dan Christyowidiasmoro. 2019. Ekstraksi *Connected Component* dan Transformasi Ruang Warna CIELAB Untuk Segmentasi Citra Penyakit Pada Daun Tanaman Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Ke 9: Rekayasa Teknologi dan Informasi*. Yogyakarta 2019. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Utari, R.R.D., Soediby, D.W. & Purbasari, D., 2018. Kajian Fisik dan Kimia Buah Stroberi Berdasarkan Masa Simpan dengan Pengolahan Citra. *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), pp.138-48.
- Widiastuti, F., Kaswidjanti, W. & Rustamaji, H.C., 2014. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Aplikasi Pengenalan Tandatangan. *Jurnal Telematika*, 11(1), pp.69-76.
- Wanto, A. 2019. Prediksi Angka Partisipasi Sekolah dengan Fungsi Pelatihan *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR*. *Jurnal ilmu komputer dan informatika*, 3(1), pp.9-20.
- Wiharja, Y.P. dan Harjoko, A., 2014. Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*. 4(01), 57-68.
- Wikanta, D.K., Endy, Y.M., Erlangga., Dwi, A.H., 2012. Pengembangan Proses Termokimia Untuk Peningkatan Konversi Asam Lemak Melalui *Interfacial Activation Lipase Buah Segar Kelapa Sawit Dengan Tuning UP* Menggunakan Gelombang Mikro. *Jurnal Metana*. 8(1), pp.13-18.
- Wulandari, N., dan Hernawati, H., 2017 Fraksinasi Minyak Sawit Kasar dengan Pelarut Organik dalam Pembuatan Konsentrat Karotenoid. *Jurnal Mutu Pangan*, 4(2),pp. 83-91.
- Wulandari, N., R. Muchtadi, T., Budijanto, S. dan Sugiyono, 2011. Sifat Fisik Minyak Sawit Kasar dan Korelasinya dengan Atribut Mutu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2), pp.178-83.