



Analisa Deteksi Tingkat Kualitas Minyak Pada Buah Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Warna Buah Menggunakan Drone Berbasis Pengolahan Citra Di PTPN Membang Muda Sumut

Rosdiana¹, Wahyu Utomo², Muhammad Daud³, Muhammad⁴

¹Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Indonesia

*Korespondensi: rosdiana@unimal.ac.id

Info Artikel

Diterima 14
Januari 2023

Disetujui 02
Februari 2023

Dipublikasikan 09
Februari 2023

Keywords:
Kualitas Minyak
Sawit; Ekstrak Fitur
RGB; Jaringan
Saraf Tiruan
Backpropagation;
Jaringan Syaraf
Tiruan SOM.

© 2023 The
Author(s): This is
an open-access
article distributed
under the terms of
the Creative
Commons
Attribution
ShareAlike (CC BY-
SA 4.0)



Abstrak

Pengolahan citra digital digunakan di bidang pertanian untuk menganalisis tandan buah sawit untuk menentukan kematangannya, khususnya dengan mengidentifikasi atau mengkategorikan Tandan Buah Segar (TBS) dan Tandan Buah Mentah (TBM) berdasarkan teknologi. Citra Tandan Buah Segar (TBS) dan Tandan Buah Mentah (TBM) digunakan dalam penelitian ini. Segmentasi gambar latar belakang dihapus dari citra selama preprocessing dengan menetapkan nilai ambang saturasi 0,2 hingga 0,7, yang akan mengekstraksi fitur RGB. Pada penelitian ini algoritma klasifikasi yang akan digunakan yaitu Jaringan Saraf Tiruan (JST) *Backpropagation* dan *Learning Vektor Quantization (SOM)*. Hasil matriks ekstrakciri RGB dipakai sebagai *input* Jaringan Saraf Tiruan *backpropagation* dan SOM. Dengan analisis *Receiver Operating Characteristic (ROC)* hasil penelitian dengan pengujian 20 TBS dan 20 TBM diperoleh tingkat *precision* =100%, *accuracy*=100%, *sensitivity* =100%, dan *specificity*=100% dengan metode klasifikasi *backpropagation* dengan *threshold saturation* 0,4 dan diperoleh hasil *precision*=95%, *accuracy* =98%, *sensitivity* =100%, dan *specificity*=95% dengan metode klasifikasi SOM dengan *threshold saturation* 0,4.

Abstract

Digital image processing is used in agriculture to analyze palm fruit bunches to determine their maturity, specifically by identifying or categorizing Fresh Fruit Marks (FFB) and Raw Fruit Marks (TBM) based on technology. Image of Fresh Fruit Signs (FFB) and Raw Fruit Signs (TBM) were used in this study. Background image segmentation is removed from the image during preprocessing by setting a saturation value of 0.2 to 0.7, which will extract the RGB features. In this research, the classification algorithm that will be used is Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation and Learning Vector Quantization (SOM). The RGB feature extracted matrix is used as input for backpropagation and SOM Artificial Neural Networks. With Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis the results of the research by testing 20 FFB and 20 TBM obtained precision = 100%, accuracy = 100%, sensitivity = 100%, and specificity = 100% with the backpropagation classification method with a saturation threshold of 0.4 and precision = 95%, accuracy = 98%, sensitivity = 100%, and specificity = 95% with the SOM classification method with a saturation threshold of 0.4.

1. Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) mendukung kemajuan di bidang elektronika, khususnya di bidang instrumentasi, karena perkembangannya yang sangat pesat (Ramli & Putri, 2018). Saat ini, bisnis berusaha untuk mengganti tenaga kerja yang sebelumnya dilakukan oleh manusia dengan mesin dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas output. Hal ini disebabkan oleh teknologi (Hartanto et al., 2019). Misalnya, memilih buah sawit yang matang adalah salah satu langkah manual pertama dalam proses produksi (Soenarso et al., 2013). Proses manual padat karya dan memakan waktu menggunakan pengamatan manusia dan melibatkan banyak pekerjaan. Karena pekerjaan dilakukan oleh manusia, kesalahan biasa terjadi selama proses pengecekan sehingga memerlukan pemeriksaan ulang (Uda et al., 2020).

Bahan baku umum untuk barang kuliner dan non-pangan adalah minyak sawit. Untuk digunakan dalam berbagai barang, minyak sawit harus berkualitas tinggi dan sesuai dengan kegunaannya (Palm et al., 2020). Memiliki rona kemerahan, rasa dan aroma yang menyenangkan, kemampuan untuk disimpan untuk waktu yang lama, kemudahan pemurniannya, dan tingkat hidrolisis yang rendah dalam produksi Asam Lemak Bebas (ALB) adalah beberapa persyaratan minyak kelapa sawit (Onstein et al., 2020). Perusahaan menginginkan untuk merubah pola produksi dan menerapkan sistem otomasi dalam produksinya agar tercipta proses produksi yang lebih efektif dan efisien (Rahmatullah et al., 2022). Diperlukan suatu alat untuk secara otomatis menentukan tingkat kematangan buah yang sempurna, seperti halnya ketika memilih buah sawit yang matang berdasarkan warna (Shelly Christiani Saputri et al., 2022).

Kualitas minyak yang dihasilkan dari pengolahan buah sawit sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah sawit. Sehingga, agar minyak sawit dapat bersaing di pasar global, diperlukan penilaian kualitas produksi dengan melihat kadar ALB, air, dan kontaminan dalam minyak tersebut (Septiarini et al., 2020). Pengolahan kelapa sawit di pabrik harus memperhatikan dan menjaga standar mutu yang berlaku di perusahaan agar mendapatkan hasil yang terbaik baik dari segi kualitas maupun kuantitas, mulai dari tahap pengolahan hingga penimbunan (Hussain et al., 2020). Jumlah buah sawit mentah yang ada, lama waktu perebusan, dan tekanan uap mempengaruhi jumlah minyak sawit yang hilang selama sterilisasi tandan buah segar (TBS) (Nucifera et al., 2022). Mensterilkan membutuhkan waktu lebih lama dan menggunakan tekanan uap lebih banyak jika banyak buah yang masih mentah (Ruswanto, et al, 2022). Untuk mencegah hilangnya minyak sawit selama proses sterilisasi, diperlukan waktu sterilisasi yang lebih singkat dan tekanan uap yang lebih rendah jika TBS terlalu matang (Syaifuddin et al., 2020). Artinya, kehilangan minyak sawit selama proses sterilisasi masih tinggi dan melebihi standar industri 0,3% karena kadar buah sawit mentah yang masuk ke pabrik masih dihitung berdasarkan pengamatan visual saja (Chairunnisa et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan sistem sensor otomatis untuk mengetahui tingkat kematangan benih buah kelapa sawit guna memilah benih yang belum matang, matang, dan masak menggunakan *image processing*, sehingga dapat meminimalisir hilangnya minyak sawit selama proses sterilisasi (Yulianto, 2020).

Jumlah asam lemak bebas (ALB) dalam minyak sawit yang disortir sangat dipengaruhi oleh keputusan yang diambil (Breure & Siregar, 2020). Minyak yang dihasilkan mengandung persentase ALB yang tinggi (lebih dari 5%) jika buah disortir

saat terlalu matang. Namun, rendemen minyak yang diperoleh juga rendah jika pemilahan dilakukan pada saat buah belum masak selain memiliki kandungan ALB yang rendah (Shiddiq, et al, 2021). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah yang ideal sebelum panen guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Penelitian ini dilakukan di perkebunan kelapa sawit PTPN III Membang Sumatera Utara.

2. Metode Penelitian

Model kerja system pada penelitian ini adalah Drone yang dihubungkan dengan hardware menggunakan *wifi* yang tersedia pada drone, kemudian drone mengambil gambar TBS (Tandan Buah Segar) dengan tingkat kematangan yang berbeda-beda, kemudian gambar yang diambil akan tersimpan secara otomatis di hardware yang terhubung dengan *wifi* pada drone. Setelah itu gambar yang telah tersimpan pada hardware di input kedalam software pengolahan citra yaitu menggunakan *software* Matlab. Penelitian akan dilakukan dengan tahapan-tahapan persiapan citra, pengambilan gambar, mendapatkan ekstraksi ciri warna citra, penerapan metode klasifikasi. Penelitian ini akan dilakukan dengan bahan-bahan penelitian seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Bahan Penelitian

Pelaksanaan Penelitian	Bahan	Keterangan
Pengambilan Citra	Kamera Drone	Pengambilan Citra BTS
Persiapan Citra	<i>Image Software</i>	Kualitas Citra BTS
Ekspresi Ciri	Matlab	RGB
Klasifikasi <i>Backpropagation</i>	Matlab	Bahan Uji
Klasifikasi SOM	Matlab	Bahan Uji

Pada tahap proses desain ini, desain sistem dibuat untuk menentukan bagaimana tugas-tugas yang diperlukan akan dilakukan oleh sistem. Pada dasarnya, tahap desain sistem terdiri dari elemen perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak Matlab akan digunakan dalam sistem untuk mengukur kematangan tandan buah sawit menurut garis beras. Jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah *neuron* di setiap *hidden layer* ditentukan dalam desain arsitektur *backpropagation* pertama. Penelitian ini memanfaatkan arsitektur jaringan dengan satu lapisan tersembunyi. *Trial dan error* digunakan untuk memperkirakan jumlah *neuron hidden layer*.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil *image pre-processing* didapat dengan metode segmentasi citra *background removal* dengan script matlab. Sehingga penelitian ini terfokus pada sebuah analisis deteksi tingkat kualitas minyak pada buah sawit berdasarkan tingkat kematangan warna buah dengan menggunakan drone yang berbasis pengelolaan citra.

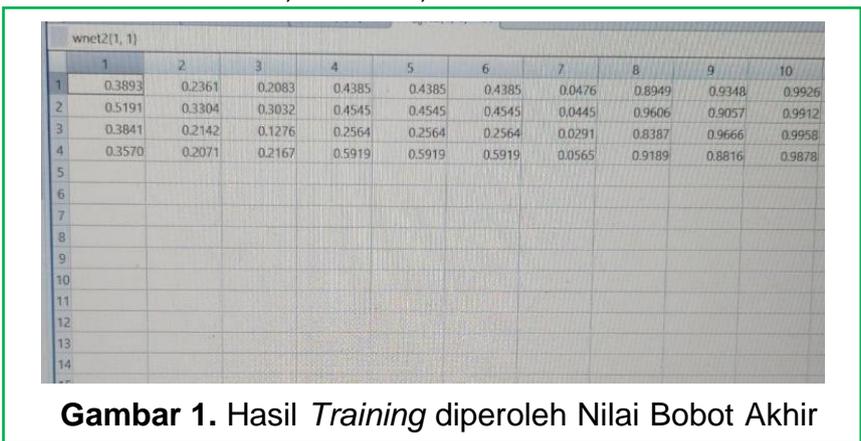
3.1 Hasil

Penelitian ini didapat hasil pengaturan *threshold Saturation* = 0,4 adalah yang paling tepat untuk diterapkan mensegmentasi tandan sawit untuk Tandan Buah Segar (TBS) dan Tandan Buah Mentah (TBM).

Tabel 2. Ekspresi Ciri Warna RGB untuk Data Latih

Nama Tandan	Data Ciri			
	TB	R	G	B
TBSL 1	0.7674	0.2410	0.0974	
TBSL 2	0.7239	0.3308	0.0989	
TBSL 3	0.8047	0.2719	0.0797	
TBSL 4	0.8117	0.2713	0.1130	
TBSL 5	0.8443	0.3176	0.1064	
TBSL 6	0.7624	0.3155	0.0584	
TBSL 7	0.7765	0.2466	0.0797	
TBSL 8	0.8219	0.2599	0.1077	
TBSL 9	0.3788	0.3431	0.0881	
TBSL 10	0.4108	0.2536	0.0832	
TBML 1	0.3411	0.2494	0.2305	
TBML 2	0.3829	0.2366	0.1893	
TBML 3	0.3570	0.2437	0.1895	
TBML 4	0.5191	0.2126	0.1757	
TBML 5	0.4232	0.2070	0.2167	
TBML 6	0.3841	0.3304	0.3032	
TBML 7	0.4188	0.2362	0.2176	
TBML 8	0.3841	0.2142	0.1276	
TBML 9	0.4188	0.2462	0.2211	
TBML 10	0.3693	0.2278	0.2349	

Nilai *Red* pada Tandan Buah Segar (TBS) adalah 0,7674 – 0,8212, sedangkan untuk nilai *Blue* 0,2410 – 0,2536, dan untuk nilai *Green* adalah 0,0974 – 0,0832. Dan dari table diatas dapat disimpulkan bahwa nilai *Red* pada Tandan Buah Mentah (TBM) adalah 0,3693 – 0,8219, sedangkan untuk nilai *Blue* adalah 0,2278 – 0,2494, dan untuk nilai *Green* adalah 0,2305 – 0,2349.



Hasil klasifikasi tandan sawit dengan metode *backpropagation* dan SOM digunakan dengan *threshold* dengan indeks 0,2 dengan metode *backpropagation* didapatkan hasil klasifikasi Tandan Buah Segar (TBS) tepat sebanyak 10 yang artinya dari 10 TBS yang diuji dengan metode *backpropagation* berhasil mengenali 10 TBS uji.

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Metode *Backpropagation* dan SOM

Thresh o 1d	Tanda Buah Segar (TBS)				Tanda Buah Mentah			
	Backpropagatio n		SOM		Backpropagatio n		SOM	
	Tepat	Tidak Tepa t	Tepa t	Tidak Tepa t	Tepat	Tidak Tepa t	Tepa t	Tidak Tepa t
0.2	10	0	10	0	7	13	0	1
0.3	8	2	10	0	1	9	1	0
0.4	10	0	9	1	10	0	10	9
0.5	4	6	8	2	5	5	10	0
0.6	5	5	2	8	2	8	10	0
0.7	1	9	0	10	8	2	10	0

Klasifikasi 10 Tandan Buah Mentah (TBM) didapatkan tepat sebanyak 7 dan tidak tepat sebanyak 3, yang artinya artinya dari 10 TBM uji yang diuji dengan metode *backpropagation* berhasil mengenali 7 TBM dan tidak dapat mengenali sebanyak 3 TBM. Pada pengujian ini digunakan *threshold* 0,2 - 0,7 karena pada *threshold* ini didapatkan hasil segmentasi citra yang paling baik. Selengkapnya hasil pengujian dengan *thresholds saturation* 0,2 - 0,7.

3.2 Pembahasan

Analisis Hasil Klasifikasi Dengan Metode *Backpropagation* dan SOM

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 berdasarkan hasil percobaan dengan *threshold saturation* 0,2 – 0,7 untuk 10 Tandan Buah Segar (TBS) dan 10 Tandan Buah Mentah (TBM) dengan metode *Backpropagation* dan SOM, seperti yang telah dilakukan, maka hasil terbaik adalah dengan menggunakan *threshold saturation* 0.4. Dimana *threshold* ini dengan metode *backpropagation* dari 10 Tandan Buah Segar (TBS) uji berhasil mengenali sebanyak 10 TBS dengan tepat dan 10 TBM dengan tepat. Begitu juga menggunakan metode SOM pada *threshold* 0,4 dari 10 TBS uji berhasil mengenali 9 TBS dengan tepat dan 10 TBM dengan tepat.

Randemen (Kualitas) Minyak yang Dihasilkan

Dari hasil penelitian diatas dapat dihitung Randemen (Kualitas) minyak pada buah sawit dikarenakan Tandan Buah Segar (TBS) yang diteliti memiliki tingkat kematangan III, tingkat kematangan tersebut merupakan buah sawit yang dianjurkan untuk dipanen di PKS Membang Muda dan tingkat kematangan III tersebut memiliki ciri sudah membrondol sebanyak 50 – 70 buah. Dan Tandan Buah Segar (TBS) matang III memiliki nilai *Free Fatty Acid* (Asam Lemak Bebas) yang rendah dan memiliki randemen minyak yang tinggi tetapi dikarenakan tingginya kekeliruan pada saat melakukan panen sehingga buah sawit yang dipanen tidak semuanya memiliki tingkat kematangan yang sama sehingga menyebabkan *Free Fatty Acid* (Asam lemak Bebas) yang tinggi dan randemen yang dihasilkan pun menurun. Sehingga dapat dihitung Randemen (kualitas) minyak yang dihasilkan yaitu dengan rumus:

$$R = \frac{TBS}{HM} \times 100$$

HM

Apabila Tandan Buah Segar (TBS) yang dipanen dengan tingkat kematangan III sebanyak 2.5 ton dan minyak yang dihasilkan adalah 1,2 liter/kg sehingga dapat dihitung Randemen (Kulitas) minyak seperti dibawah ini:

$$R = \frac{2.500}{1,2 \times 2.500} \times 100\%$$

$$= \frac{2.500}{3.000} \times 100\%$$

$$= \frac{2.500}{3.000} \times 100\%$$

$$= 83,33\%$$

$$R = 83,33\%$$

Hasil perhitungan yang menggunakan rumus empiris diatas dapat disimpulkan bahwa Randemen (Kualitas) minyak yang dihasilkan pada buah sawit yang memiliki tingkat kematangan III sebesar 76,92%, dan untuk hasil minyak yang dihasilkan tidak memiliki nilai yang tetap dikarenakan apabila buah sawit yang diolah memiliki tingkat kematangan yang berbeda sehingga minyak yang dihasilkan juga tidak sama.

4. Kesimpulan

Penelitian ini klasifikasi dengan metode *backpropagation* pada *threshold* 0,4 menunjukkan kemampuan yang sangat baik pada pengolahan citra untuk aplikasi klasifikasi tandan sawit dengan hasil *precision*= 100%, *accuracy*= 100%, *sensitivity*= 100%, dan *specificity*= 100%. Pada penelitian ini klasifikasi dengan metode SOM pada *threshold* 0,4 menunjukkan kemampuan yang sangat baik pada pengolahan citra untuk aplikasi klasifikasi tandan sawit dengan hasil *precision*= 95%, *accuracy*= 98%, *sensitivity*= 100%, dan *specificity*= 95%. Metode *backpropagation* memiliki kinerja yang lebih bagus dari sisi FPR, TPR, *precision*, *accuracy*, *sensitivity* dan *specificity* dengan menggunakan 6 jenis *threshold* yaitu 0,2 - 0,7 kinerja *backpropagation* memiliki kinerja yang secara umum lebih baik pada *threshold* 0,2;0,4;0,5;0,6;0,7 sedangkan kinerja SOM pada hanya unggul satu nilai *threshold* saja yaitu pada *threshold* 0,3. Pada JST *backpropagation* dan JST SOM Sistem akan melalui proses pelatihan sebelum melakukan pengujian. Adanya proses pelatihan memungkinkan hasil pengujian yang didapat dengan hasil yang sangat baik seperti pada pada pengujian tandan sawit menggunakan metode *backpropagation* dengan hasil yaitu *precision*= 100%, *accuracy*= 100%, *sensitivity*= 100%, dan *specificity*= 100%. Dan Pada perhitungan randemen minyak matang III didapatkan hasil 83,44%, perhitungan tersebut berdasarakan rumus empiris.

Daftar Pustaka

- Alzarliani, Wa Ode, Wa Ode Dian Purnamasari, and M. Muzuna. "Cara Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (Opt) Tanaman Sayuran Di Kelurahan Ngkaring-Karing." *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat MEMBANGUN NEGERI* 4.2 (2020): 188-195.
- Breure, C. J., & Siregar, M. M. (2020). Selection Of Oil Palm Male Parents For Optimal Planting Density Estimated From Mature Crown Surface. *Journal of Oil Palm Research*, 32(2), 191–200.

- Chairunnisa, Riyanto, & Karim, A. (2019). Isolasi dan Uji Bakteri Lipolitik dalam Mendegradasi Minyak pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Kebun Marihat, Pematang Siantar. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA*.
- Hartanto, C. F. B., Rusdarti, & Abdurrahman. (2019). Tantangan Pendidikan Vokasi di Era Revolusi Industri 4.0 dalam Menyiapkan Sumber Daya Manusia yang Unggul. *Seminar Nasional Pascasarjana*.
- Hussain, M. I., Farooq, M., & Syed, Q. A. (2020). Nutritional and biological characteristics of the date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) – A review. *Food Bioscience*, 34, 100509. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100509>
- Nucifera, W. F., Muryati, M., & Mas, N. (2022). PERAN TEKNOLOGI E-RETRIBUSI QRIS SEBAGAI MODERASI ATAS PENGARUH KOMPENSASI DAN KEMAMPUAN KERJA TERHADAP KINERJA PEGAWAI DISPERINDAG KOTA PASURUAN. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora*, 1(10), 2185–2202.
- Onstein, R. E., Vink, D. N., Veen, J., Barratt, C. D., Flantua, S. G. A., Wich, S. A., & Kissling, W. D. (2020). Palm fruit colours are linked to the broad-scale distribution and diversification of primate colour vision systems. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1921), 20192731.
- Palm, E., Bodin, U., & Schelen, O. (2020). Approaching Non-Disruptive Distributed Ledger Technologies via the Exchange Network Architecture. *IEEE Access*, 8, 12379–12393. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2964220>
- Rahmatullah, A. S., Mulyasa, E., Syahrani, S., Pongpalilu, F., & Putri, R. E. (2022). Digital era 4.0. *Linguistics and Culture Review*, 6, 89–107. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6nS3.2064>
- Ramli, T. S., & Putri, S. A. (2018). Legal Aspect of Electronic Equipment Evidence in Cooperation with Over the Top Telecommunication Operator in Copyright Content Services on the Internet. *Proceedings of the International Conference on Business Law and Local Wisdom in Tourism (ICBLT 2018)*, 141–143. <https://doi.org/10.2991/icblt-18.2018.34>
- Ruswanto, A., Gunawan, S., Ngatirah, & Widyasaputra, R. (2022). Karakteristik Minyak Sawit pada Metode Pemanasan Buah Sawit. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 1(10).
- Septiarini, A., Hamdani, H., Hatta, H. R., & Anwar, K. (2020). Automatic image segmentation of oil palm fruits by applying the contour-based approach. *Scientia Horticulturae*, 261, 108939.
- Shelly Christiani Saputri, Hergianasari, P., & Therik, W. M. A. (2022). Yogyakarta Tourism Office's Strategy in Economic Recovery of the Tourism Sector During the Covid-19 Pandemic. *KEMUDI: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 7(1), 33–46. <https://doi.org/10.31629/kemudi.v7i1.4746>
- Shiddiq, M., Fadlilah, A., Ningsih, S. A., & Husein, I. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Hidung Elektronik Berbasis Sensor Gas MQ untuk Mengevaluasi Kualitas Madu. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 9(2).

- Soenarso, W. S., Nugraha, D., & Listyaningrum, E. (2013). Development of Science and Technology Park (STP) in Indonesia to Support Innovation-Based Regional Economy: Concept and Early Stage Development. *World Technopolis Review*, 2(1), 32–42. <https://doi.org/10.7165/wtr2013.2.1.32>
- Syaifuddin, A., Muallifah, L. N. A., Hidayat, L., & Abadi, A. M. (2020). Detection of palm fruit maturity level in the grading process through image recognition and fuzzy inference system to improve quality and productivity of crude palm oil (CPO). *Journal of Physics: Conference Series*, 1581(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012003>
- Uda, S. K., Hein, L., & Adventa, A. (2020). Towards better use of Indonesian peatlands with paludiculture and low-drainage food crops. *Wetlands Ecology and Management*, 28(3), 509–526. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09728-x>
- Yulianto. (2020). *Analisis Quality Control Mutu Minyak Kelapa Sawit di Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil*.