

Evaluasi Tingkat Kematangan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Menggunakan Metode Optik Dengan Laser Modulasi

Nurmaya Sari¹, Minarni Shiddiq², Muhammad Hamdi³ dan Nadia Zakyyah Yasmin⁴

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Jl. HR. Soebrantas km 12.5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293, Indonesia

E-mail: minarni@unri.ac.id

Abstract-The maturity level of oil palm fresh fruit bunches (FFB) is an important factor for the high quality of oil palm (CPO) crude. Methods for determining the maturity level of oil palm FFB electronically are needed to replace traditional methods that rely on grader experience. In this study the optical method of fluorescence spectroscopy with modulation laser diode was used to evaluate the maturity levels of oil palm FFB. The optical fluorescence spectroscopic systems consisted of laser diodes 640 nm, 20 mW which can be modulated in CW, 1 KHz and 10 KHz modes two FDS 100 photodiodes as light detectors and multiboard circuits as photodiode amplifiers. The sample used was the 23 TBS Tenera variety. Each FFB is irradiated in three parts of the base, equatorial and apical. The output voltage of each modulation laser is measured by a multimeter. The results show that FFB with F3 maturity level has the highest stress. The difference between the three modulation modes shows that light with CW mode provides a greater voltage value because of the longer laser life time (on), but the sensitivity to distinguish the maturity level is at 10 KHz modulation.

Keywords: *Cruid palm oil, Fotodioda , Laser Modulasi, Ripeness, Spectroscopy Fluorescence*

Abstrak-Tingkat kematangan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit merupakan faktor penting bagi kualitas crude palm oil (CPO) yang tinggi. Metode penentuan tingkat kematangan TBS kelapa sawit secara elektronik dibutuhkan untuk menggantikan metode tradisional yang mengandalkan pengalaman. Pada penelitian ini metode optik spektroskopi fluoresensi dengan laser dioda modulasi digunakan untuk evaluasi tingkat kematangan TBS kelapa sawit. Sistem optik spektroskopi fluoresensi terdiri dari laser dioda 640 nm 20 mW yang dapat dimodulasi CW, 1 KHz dan 10 KHz dengan dua fotodioda FDS 100 sebagai detektor cahaya dan rangkaian multiboard sebagai penguat fotodioda. Sampel yang digunakan adalah varietas Tenera 23 TBS. Setiap TBS disinari pada tiga bagian pangkal, tiga bagian tengah dan tiga bagian bawah. Tegangan keluaran dari setiap laser modulasi diukur dengan multimeter. Hasil menunjukkan bahwa TBS dengan tingkat kematangan F3 mempunyai tegangan tertinggi. Perbedaan ketiga mode modulasi menunjukkan bahwa cahaya dengan mode CW memberikan nilai tegangan yang lebih besar karena waktu hidup (on) laser lebih lama, namun sensitivitas membedakan tingkat kematangan terdapat pada modulasi 10 KHz.

Kata kunci: *Cruid palm oil, Fotodioda, Laser Modulasi, Ripeness, Spectroscopy Fluorescence.*

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak digunakan dibandingkan tanaman lainnya. Tanaman ini merupakan komoditi perkebunan yang setiap tahun terus berkembang dan penyumbang devisa terbesar di Indonesia khususnya di Provinsi Riau. Pada tahun 2014, Provinsi Riau memiliki perkebunan terluas dibandingkan provinsi lain yaitu sebesar 2,30 Juta Ha dengan menghasilkan cruid palm oil (CPO) 25,7 ton pertahun (Dirjen Perkebunan, 2004).

Tingkat kematangan buah merupakan faktor yang

sangat penting dalam menentukan kualitas buah. Penentuan tingkat kematangan buah secara deskriptif dilakukan dengan mencicipi buah sehingga dapat merusak buah sedangkan secara nondeskriptif secara visual dapat dilihat dari warna buah dan ukuran buah. Selain itu, metode nondeskriptif dilakukan untuk proses pascapanen agar dapat melaksanakan proses produksi selanjutnya. Proses pascapanen biasanya dilakukan pemisahan dari buah yang rusak dari buah yang baik. Penyortiran dilakukan dengan melihat varietas, warna, ukuran dan bentuk buah.

Penelitian tentang menentukan tingkat kematangan buah telah banyak dilakukan. Metode yang dilakukan bergantung pada jenis interaksi dan sifat fisika dan kimia buah. Penentuan tingkat kematangan buah menggunakan interaksi cahaya dengan buah semakin banyak dilakukan karena tidak merusak buah. Sumber cahaya yang digunakan laser, LED dan lampu halogen. Penelitian yang telah dikembangkan dengan cahaya yaitu untuk pembuatan mesin panen pemetik buah otomatis (fruit picking) (Van Beers et al., 2014). Metode lainnya, seperti menggunakan Camera Vision untuk menyelidiki hubungan antara kandungan minyak dalam buah kelapa sawit dan distribusi warna permukaan buah (Balasundram et al, 2006).

Saat ini, penggunaan laser telah banyak dikembangkan dalam bidang pertanian untuk deteksi dini dan deteksi pasca panen baik untuk penyakit pada tanaman maupun kualitas hasil panen. Cahaya laser banyak digunakan pada aplikasi spectroscopy bidang pertanian karena memiliki kelebihan dari sumber cahaya seperti cahaya lampu dan LED. Kelebihan dari laser yaitu berifat monokromatis, koheren, terarah, dan memiliki kecerahan yang tinggi. Laser dioda adalah laser yang banyak diaplikasi pada spectroscopy karena tersedia secara komersil. Laser dioda memiliki beberapa kelebihan dibanding jenis laser lainnya yaitu ukuran kecil sehingga dapat terintegrasi dengan sistem optik, konsumsi daya sangat kecil. Aplikasi laser dioda telah meluas di berbagai bidang seperti bidang industri, kesehatan, pertahanan, komunikasi, dan pertanian.

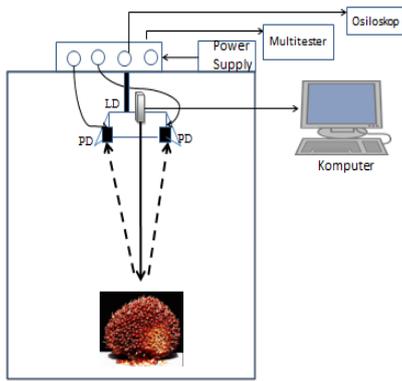
Sumber cahaya seperti laser dioda dapat mempunyai keluaran berbentuk kontinuis dan pulsa. Laser pulsa dapat dibuat melalui proses Q-switching yang merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem laser itu sendiri. Namun laser kontinuis dapat mengeluarkan cahaya berbentuk pulsa dengan cara dimodulasi. Penggunaan laser dimodulasi memiliki keuntungan yaitu sinyal fluoresensi dapat dideteksi, mengurangi sinyal latar dan yang dihamburkan karena cahaya laser tidak hidup setiap saat. Selanjutnya penggunaan laser modulasi ini mengurangi intensitas cahaya laser yang mengenai buah sehingga proses fotosintesa tidak diinduksi selama proses pengukuran. Lenk, et all (2007) membuat alat komersial untuk imaging fluoresensi

klorofil menggunakan shutter dengan kecepatan tinggi untuk mengsinkronisasikan pendeteksian fluoresensi dengan sumber cahaya LED yang outputnya dimodulasi (lebar pulsa). Sistem ini menggunakan sumber cahaya berupa pulsa dengan frekuensi modulasi dan fotosintesis tersaturasi berbentuk pulsa.

Pada penelitian ini, sebuah metode optik *Spectroscopy Fluorescence* disusun untuk evaluasi tingkat kematangan buah kelapa sawit. Sistem terdiri dari sumber cahaya yaitu laser dioda modulasi sebagai sumber eksitasi dan fotodioda sebagai detektor. Hubungan antara tegangan keluaran fotodioda yang mewakili sinyal fluoresensi dengan tingkat kematangan TBS kelapa sawit akan diperoleh dan dianalisa. Sampel yang digunakan adalah TBS kelapa sawit jenis Tenera dengan lima tingkatan kematangan buah. Lima tingkat kematangan ini ditentukan secara tradisional oleh pemanen berpengalaman berdasarkan warna dan jumlah berondolan lepas. Sampel terdiri dari 23 TBS. Laser dioda yang digunakan adalah laser dioda dengan panjang gelombang 640 nm dan daya laser 20 mW dimodulasi secara CW, frekuensi 1KHz dan 10 KHz dan fotodioda sebagai detektor cahaya.

II.METODE PENELITIAN

Sistem deteksi kematangan TBS kelapa sawit diperlihatkan pada Gambar 1. Metode optik terdiri dari satu laser dioda merah 640 nm 20 mW dari Roithner Lasertechnik yang dapat dihubungkan ke laptop menggunakan kabel USB. Daya laser dan modulasi laser dapat diatur melalui program bawaan melalui kabel USB. Jarak fotodioda ke sampel adalah 18 cm dijaga konstan agar sampel dapat ditangkap dengan baik oleh fotodioda. Jarak laser ke fotodioda adalah 5 cm dan jarak laser ke sampel adalah 32 cm agar didapat posisi penyinaran yang tepat. Sampel yang digunakan adalah TBS kelapa sawit yang terdiri dari 23 TBS Tenera. TBS yang digunakan terdiri dari 5 fraksi yaitu F0,F1,F2,F3 dan F4.

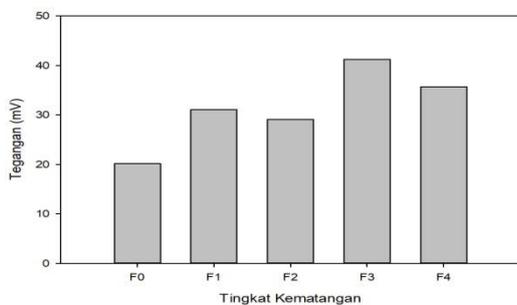


Gambar 1. Metode optik spectroscopy fluorecence untuk mengukur tegangan

TBS yang disinari yaitu 9 buah , tiga buah bagian pangkal, tiga buah bagian tengah dan tiga buah bagian bawah disinari secara berurutan dengan laser modulasi bergantian. Data yang dihasilkan berupa tegangan luar diperoleh dari multimeter dengan satuan mV.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

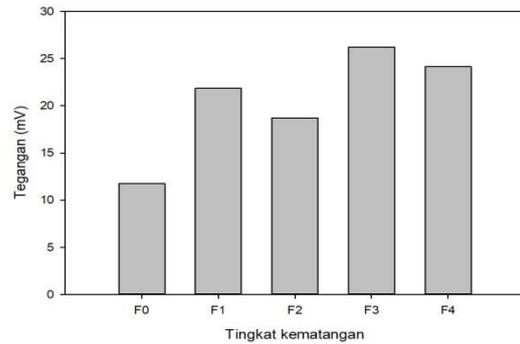
Gambar 2 adalah grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser CW. Grafik menunjukkan bahwa pada F3 nilai tegangan mengalami tinggi dan F0 nilai tegangan rendah. Intensitas cahaya laser berpengaruh terhadap sifat fisis dari buah seperti warna dan kadar minyak pada buah. Buah yang mentah memiliki tegangan yang rendah sedangkan buah yang matang memiliki nilai tegangan yang tinggi (Thoriq, 2013). Pada F4 mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh kandungan minyak yang menurun pada sampel sehingga tegangan mengalami penurunan.



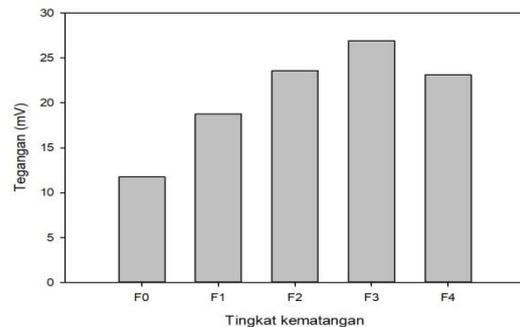
Gambar 2. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser CW

Gambar 3. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser modulasi 1 KHz dan Gambar

4. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser modulasi 10 KHz. Dari kedua grafik menunjukkan bahwa F3 memiliki nilai tegangan tinggi sama seperti laser CW.

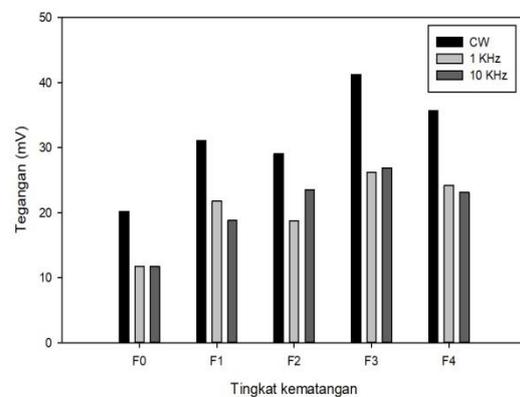


Gambar 3. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser 1 KHz



Gambar 4. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan laser 10 KHz

Penelitian ini menggunakan tiga frekuensi modulasi yaitu laser CW , laser modulasi frekuensi 1 KHz dan laser modulasi frekuensi 10 KHz. Gambar 5 menunjukkan hubungan tingkat kematangan dengan tegangan untuk setiap laser modulasi.



Gambar 5. Grafik hubungan tingkat kematangan dengan tegangan untuk setiap frekuensi modulasi

Gambar 5 menunjukkan untuk setiap tingkat kematangan laser CW memiliki nilai tegangan tinggi dan untuk tegangan yang terendah yaitu pada laser modulasi frekuensi 10 KHz. Laser CW memiliki daya optimum karena laser hidup terus sehingga memiliki intensitas cahaya tinggi dan penyerapan pada buah akan tinggi menghasilkan tegangan yang tinggi sebaliknya laser dengan daya yang rendah akan memiliki intensitas cahaya rendah sehingga penyerapan pada buah akan rendah menghasilkan tegangan yang rendah. Nilai tegangan setiap laser modulasi dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 1. Tegangan rata-rata setiap laser modulasi

Fraksi	CW	1 KHz	10 KHz
F0	20.19	11.76	11.74
F1	31.07	21.83	18.77
F2	29.08	18.72	23.57
F3	41.24	26.20	26.90
F4	35.67	24.16	23.10

IV.KESIMPULAN

Evaluasi tingkat kematangan TBS kelapa sawit dilakukan dengan metode spectroscopy fluorescence dengan variasi laser modulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan tingkat kematangan dengan tegangan menunjukkan bahwa pada F3 tegangan yang dihasilkan tinggi dan tegangan yang rendah pada F0 untuk laser CW.

DAFTAR PUSTAKA

- Amersam. 2000. Fluorescence Imaging Principle and Methods. Amersam Pharmacia Biotech:Germany.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2012. Statistik Kelapa Sawit Indonesia : Indonesian Oil Palm Statistic. Jakarta. Katalog BPS :5504003. ISSN. 1978-9947
- Balasundran, S.K., Roberto, P. C., 2000. Relation Ship Between Oil Content and Fruit Surface Color In Oil Palm *Elaeis Guineensis* Jacq. Journal of Plan Sciences, Vol. 1(3), 217-227
- Bodria, L., Fiala, M., Guidetti, R., Oberti, R. 2004. Optical Techniques to Estimate The Ripeness of Red-Pigmented Fruits. American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001-2351, Vol 47(3): 815-820
- Cubeddu, R., A. Pifferi., P. Taroni., A. Torricelli., G. Valentini., R. A. Margarita., C. Valero., C. Ortiz., C. Dover., D. Johnson. 2000. Non-destructive Measurements of the Optical Properties of Apple by Means of Time-resolved Reflectance. TRR Technique (Appl. Spectr)
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia.
- Kementrian Pertanian (MENTAN). 2005. Peraturan Menteri Pertanian No.395 tahun 2005. Perundangan.pertanian.go.id. Diakses pada tanggal 10 Mei 2017
- Lemboumba, S. O. 2006. Laser Induced Chlorophyll Fluorescence of Plant Material. Thesis. Universty of Stellenbosch. Afrika Selatan
- Lu, Q., dkk., 2011. Vis/NIR Hyperspectral Imaging For Detection of Hidden Bruises on Kiwifruits. Supported by The National Natural Science Foundation of China , Grant No 30771243, Vol 29(6): 595-602
- Liu, Y. Chen, Y., R. Wang, C., Y. Chan, D., E. Kim, M., S. 2006. Development of Hyperspectral Imaging Technique For The Detection of Chilling Injury in Cucumbers; Spectral and Image Analysis. American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN, Vol 22 (1): 101-111
- Makky, M., P. Soni., V. M. Salokhe. 2014. Automatic Non-Destructive Quality Inspection System for Oil Palm Fruits. International Agrophysics, Vol 28: 319-329
- Markettech. Overview of Modulated and Pulsed Dioda Laser System. Market Tech Inc. 1500 Green Hills Road Scotts Valley CA 95066. Diakses pada tanggal 2 Mei 2017.
- Razali, M. H., A. Somad., M. A. Halim., S. Roslan. 2014. A Review on Crop Plant Production and Ripeness Forecasting. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, Vol 4 (2): 54-63
- Sandor, L. 2013. Application and development of methods for recording fluorescence and reflection signals and images for plant physiology and quality. Ph.d Thesis Booklet

- Slaughter, D.C. 2009. Nondestructive Maturity Assessment Methods Mango. A Review of Literature and Identification of Future Research Needs
- Thoriq, A. 2013. Pengembangan System Deteksi Kematangan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (TBS) Berbasis Spektrum Cahaya Tampak. Tesis Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Van Beers, R., L. L. Gutierrez., A. Schenk., B. Nicolai., E. Kayacan., W. Saeys. 2014. Optical Measurement Techniques for the Ripeness Determination of Braeburn Apples. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07.2014