PENGEMBANGAN METODE ANALISIS KANDUNGAN MINYAK DAN AIR DI SERAT *SCREW PRESS* PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN ALAT *NEAR INFRA RED* (NIR)

Eka Nuryanto dan Muhammad Ikhsan Dalil[1]

ABSTRAK

Pada setiap tahapan proses di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) selalu terjadi kehilangan (losses) *minyak, salah satunya adalah di stasiun presan. Umumnya cara untuk mengamati ini adalah dengan melakukan analisis kandungan minyak di dalam serat hasil screw press secara periodik dengan metode soxhlet yang memerlukan waktu 4 – 6 jam. Sehingga apabila terjadi kehilangan minyak di dalam serat di atas ambang batas, maka baru diketahui setelah 6 jam berlangsung proses pengempaan. Dapat dibayangkan berapa banyak minyak yang hilang terikut dengan serat selama 6 jam proses berlangsung, karena tindakan penanggulangannya baru dilakukan setelah diketahui hasil analisisnya. Pada penelitian ini akan dicoba metode analisis kandungan minyak dan air dengan waktu yang cepat dengan menggunakan alat* Near Infra Red *(NIR) type NDC* Infrared Engineering's *MM710e. Dengan menggunakan alat NIR ini diharapkan dapat diperoleh data kandungan minyak dan air di dalam serat setiap saat, sehingga apabila terjadi kehilangan minyak di atas ambang batas langsung diketahui dan diambil tindakan yang tepat untuk menanggulanginya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan hasil analisis kandungan minyak di dalam serat screw press menggunakan metode soxhlet dan NIR tidak jauh berbeda, yaitu perbedaannya antara 0,07 – 1,49 % dengan standar deviasi 0,0081 – 0,2086. Sedangkan untuk analisis kandungan air di dalam serat screw press menggunakan metode oven dan NIR adalah antara 0,04 – 1,87 % dengan standar deviasi 0,0444 – 0,8510. Dengan demikian analisis kandungan minyak dan kadar air di dalam serat dengan metode NIR dapat digunakan. Kecepatan di dalam memperoleh hasil ini sangat membantu praktisi di pabrik (asisten maupun manajer pabrik) untuk mengambil tindakan secepatnya jika diketahui adanya kehilangan minyak yang melebih ambang batas di dalam serat* screw press. *Sehingga tidak terlanjur banyak minyak yang terbuang dengan serat* screw press *artinya dengan penggunaan alat NIR untuk memantau kandungan minyak di dalam serat* screw press *memberikan nilai tambah secara ekonomis.*

Kata kunci : *Minyak kelapa sawit, soxhlet,* Near Infra Red, *pabrik kelapa sawit.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil minyak sawit mentah/*Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia. Pada tahun 2010, produksi CPO Indonesia mencapai 21,1 juta ton dengan luas areal kebun kelapa sawit 7,8 juta ha (Amalia, dkk., 2012). Untuk memperoleh rendemen CPO yang baik, disamping Tandan Buah Segar (TBS) yang memenuhi kriteria matang panen, juga proses pengolahan TBS menjadi CPO di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) harus berjalan dengan baik. Dengan demikian, pengolahan TBS di PKS merupakan salah satu kegiatan yang sangat menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Buah kelapa sawit dari kebun harus dapat diolah di PKS menjadi CPO yang bermutu tinggi dengan rendemen dan efisiensi yang tinggi sehingga menguntungkan bagi perusahaan.

Pada prinsipnya proses pengolahan TBS menjadi CPO adalah proses ekstraksi mekanis dari TBS yang diikuti dengan proses pemurnian. Secara keseluruhan proses tersebut terdiri dari beberapa tahap proses yang berjalan secara sinambung dan terkait satu sama lain. Kegagalan pada satu tahap proses akan berpengaruh langsung pada proses berikutnya. Oleh karena itu setiap tahap proses harus dapat berjalan

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Eka Nuryanto (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: eka_nuryanto_ppks@yahoo.com

[1] PT. Haes Brothers Jakarta

dengan lancar sesuai dengan norma-norma yang ada. Secara umum di PKS dibagi menjadi lima tahapan atau stasiun proses, yaitu stasiun perebusan, penebahan, presan, pemurnian minyak, dan pengolahan biji (Naibaho, 2008).

Pada setiap tahapan proses selalu terjadi kehilangan (*losses*) minyak, namun dengan mengikuti Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku di PKS, maka diharapkan kehilangan minyak ini masih di bawah ambang batas yang diperbolehkan. Salah satu tahapan proses yang berpotensi terjadi kehilangan minyak yang besar adalah di stasiun presan. Pada saat dilakukan pengepresan dengan *screw press*, maka akan dikeluarkan minyak dan terpisah dari serat atau *fibre* dan biji. Jika tekanan *screw press* terlalu kuat, minyak akan banyak keluar tetapi akan banyak biji dan inti pecah. Namun jika tekanan *screw press* terlalu rendah, maka masih banyak minyak yang belum keluar. Umumnya cara untuk mengamati kinerja *screw press* adalah dengan melakukan analisis kandungan minyak dan air di dalam serat hasil *screw press* secara periodik. Metode analisis kandungan minyak dan air di dalam serat biasanya menggunakan metode ekstraksi dengan soxhlet dan oven yang memerlukan waktu 4 – 6 jam (Anonim, 2011). Sehingga apabila terjadi kehilangan minyak di atas ambang batas di dalam serat, maka baru diketahui setelah 6 jam berlangsung proses pengempaan. Dapat dibayangkan berapa banyak minyak yang hilang terikut dengan serat selama 6 jam proses berlangsung, karena tindakan penanggulangannya baru dilakukan setelah diketahui hasil analisisnya.

Salah satu metode analisis dengan waktu yang cepat dan hasilnya dapat diikuti setiap saat adalah dengan menggunakan metode *Near Infra Red* (NIR) (Barton, 2002). Cayuela, dkk., pada 2009 telah menggunakan metode NIR ini untuk analisis kandungan minyak, air, dan asam bebas di dalam olive. Sementara itu Cuesta, dkk., pada 2013 melakukannya untuk analisis kandungan minyak dan profil asam lemak di dalam almon, dan Ismail pada 2010 untuk analisis kandungan minyak di dalam buah sawit. Beberapa parameter kualitas minyak sawit juga analisisnya menggunakan metode NIR, seperti dilaporkan Moh Mee Ho pada 1998 dan analisis protein dilaporkan oleh Prem, dkk., pada 2012. Analisis menggunakan metode NIR ini juga dilakukan untuk program pemuliaan olive dan analisis makro nutrien di dalam daging seperti dilaporkan Leon, dkk., 2005 dan Kim, dkk., 2007.

Pada penelitian ini akan dicoba metode analisis kandungan minyak dan air dengan menggunakan alat *Near Infra Red* (NIR) *type NDC Infrared Engineering's Mm710e*. Dengan menggunakan alat NIR ini diharapkan dapat diperoleh data kandungan minyak dan air di dalam serat setiap saat, dari detik ke detik. Sehingga apabila terjadi kehilangan minyak di dalam serat di atas ambang batas, maka dapat langsung diketahui dan dapat langsung diambil tindakan yang tepat untuk menanggulanginya. Dengan demikian penggunanaan alat NIR ini diharapakan dapat lebih mengefisienkan kinerja PKS.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di salah satu PKS milik PT. Perkebunan Nusantara V. Alat spektroskopi NIR yang digunakan adalah *type NDC Infrared Engineering's MM710e* dan PT. HAES BROTHERS. Pemasangan alat spektroskopi NIR dapat dilakukan seperti pada Gambar 1 dan 2 atau sesuai kondisi di lapangan.

Pada pemasangan alat spektroskopi NIR ini diperlukan besi penyangga untuk *holder*, *notebook* untuk merekam semua data log kejadian yang ditunjukan alat, listrik dengan *grounding* harus terpisah dari mesin, udara bertekanan/*compressed air* untuk menghindari tertutupnya *head* alat dari uap air.

Penggunaan metode NIR ini seperti pada instrumen lainnya diperlukan kalibrasi agar diperoleh hasil analisis yang valid (Elfadl *et al.*, 2010). Untuk kalibrasi alat spektroskopi NIR akan dilakukan dengan analisis kandungan minyak dan air di dalam serat menggunakan metode soxhlet dan oven. Di samping itu, selama digunakannya alat spektroskopi NIR ini, secara periodik akan tetap dilakukan sampling serat dan ditentukan kandungan minyak dan air secara soxhlet dan oven.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemasangan Alat NIR

Pemasangan alat NIR di salah satu PKS milik PTP Nusantara V dilakukan di tangki digester. Hal ini dilakukan agar dudukan alat NIR menjadi kokoh dan tidak menggangu operator *screw press* di dalam bekerja. Pada Gambar 3 di bawah ini disajikan foto pemasangan NIR di PKS.

Gambar 1. Pemasangan alat spektroskopi NIR di *screw press* model 1.

Gambar 2. Pemasangan alat spektroskopi NIR di *screw press* model 2.

Pada Gambar 3.a. dan b. terlihat proses pemasangan alat NIR di stasiun *screw press*. Alat NIR dipasang pada pegangan dari tangki digester. Pemasangan pada tangki digester ini untuk memperkokoh dudukan alat NIR, sehingga tidak goyang saat alat *screw press* bekerja. Sedangkan pada Gambar 3.c. disajikan monitor yang dapat dipasang berdekatan maupun berjauhan dengan alat NIR. Fungsi monitor ini adalah untuk mengatur pada saat kalibrasi alat NIR dan untuk memantau jalannya hasil analisis. Alat NIR ini juga dapat disambungkan dengan laptop, sehingga seluruh perintah dan rekaman data hasil analisis dapat dilakukan dari laptop, seperti disajikan pada Gambar 3.d. Sama halnya dengan monitor, laptop ini juga dapat dipasang berdekatan maupun berjauhan dari posisi alat NIR

Gambar 3.a. dan b. Proses pemasangan alat NIR c. Monitor dari alat NIR d. Hasil analisis NIR dipantau dan direkam di Laptop.

terpasang. Dengan demikian manajer maupun asisten pengolahan dapat memantau kehilangan minyak di dalam serat secara periodik (tiap detik, menit, maupun jam) operasional *screw press*.

2. Kalibrasi

Seperti pada umumnya peralatan analisis lainnya, maka alat NIR sebelum digunakan untuk menganalisis suatu sampel harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi ini dilakukan untuk meyakinkan bahwa angka hasil analisis yang diperoleh dengan alat NIR adalah merupakan angka sebenarnya. Kalibrasi ini dilakukan dengan cara memasukkan data hasil analisis cara konvensional (baik untuk parameter kadar air maupun kadar minyak), kemudian meng"*adjust*" alat NIR agar sesuai dengan hasil analisis metode konvensional tersebut.

Data yang digunakan untuk kalibrasi alat NIR ini berjumlah 50 sampel yang berasal dari serat *screw press* yang dianalisis secara konvensional menggunakan soxhlet untuk kadar minyak dan oven untuk kadar air.

3. Anilisis Kandungan Minyak di Serat *Screw Press* dengan Metode soxhlet dan NIR

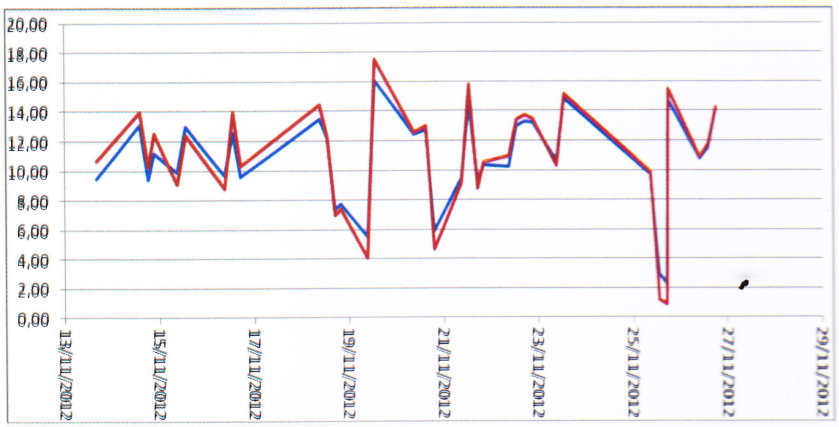
Setelah kalibrasi alat NIR kemudian dilakukan analisis kandungan minyak yang terdapat di dalam serat menggunakan alat NIR secara periodik yang dibandingkan dengan hasil analisis kandungan minyak menggunakan soxhlet. Pada Tabel 1 disajikan contoh hasil analisis kandungan minyak di dalam serat menggunakan alat NIR dan alat soxhlet.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa secara keseluruhan perbedaan hasil analisis kandungan minyak di dalam serat *screw press* menggunakan metode soxhlet dan NIR tidak jauh berbeda, yaitu perbedaannya antara 0,07 – 1,49 % dengan standar deviasi 0,0081 – 0,2086. Dengan demikian analisis kandungan minyak di dalam serat *screw press* dapat menggunakan alat NIR. Kecepatan memperoleh

Tabel 1. Perbandingan hasil analisis kandungan minyak dengan metode soxhlet dan NIR.

Waktu	Sokshklet	NIR	Selisih	Std. Dev.
13/11/2012 16:00	9,45	10,65	-1,20	0,143933
14/11/2012 14:00	13,12	13,94	-0,82	0,078841
14/11/2012 18:00	9,42	10,26	-0,84	0,023567
14/11/2012 21:00	11,19	12,50	-1,31	0,077976
15/11/2012 09:00	9,86	9,05	0,81	0,032208
15/11/2012 13:00	12,99	12,37	0,62	0,122481
16/11/2012 09:00	9,67	8,75	0,92	0,082275
16/11/2012 13:01	12,56	13,91	-1,35	0,100538
16/11/2012 17:00	9,58	10,28	-0,70	0,072964
18/11/2012 09:00	13,46	14,42	-0,96	0,083909
18/11/2012 13:00	12,21	12,28	-0,07	0,077633
18/11/2012 17:00	7,37	6,97	0,40	0,021781
18/11/2012 20:00	7,74	7,38	0,36	0,032678
19/11/2012 09:00	5,53	4,04	1,49	0,060882
19/11/2012 13:00	16,10	17,50	-1,40	0,109116
20/11/2012 09:00	12,43	12,56	-0,13	0,047546
20/11/2012 15:00	12,75	13,00	-0,25	0,144506
20/11/2012 19:00	5,89	4,65	1,24	0,104499
21/11/2012 09:00	9,49	9,14	0,35	0,056634
21/11/2012 13:00	14,57	15,76	-1,19	0,051736
21/11/2012 17:00	9,20	8,75	0,45	0,038320
21/11/2012 20:00	10,35	10,54	-0,19	0,145571
22/11/2012 09:00	10,24	10,97	-0,73	0,120544
22/11/2012 13:00	12,98	13,39	-0,41	0,030631
22/11/2012 17:00	13,27	13,67	-0,40	0,037766
22/11/2012 21:00	13,22	13,46	-0,24	0,040799
23/11/2012 09:00	10,67	10,31	0,36	0,075282
23/11/2012 13:00	14,84	15,12	-0,28	0,096003
25/11/2012 09:00	9,69	9,88	-0,19	0,026203
25/11/2012 13:00	2,98	1,17	1,81	0,008145
25/11/2012 17:00	2,27	0,89	1,38	0,037573
25/11/2012 18:00	14,72	15,51	-0,79	0,208624
26/11/2012 10:00	10,78	10,92	-0,14	0,044083
26/11/2012 14:00	11,47	11,77	-0,30	0,050144
26/11/2012 18:00	14,10	14,22	-0,12	0,057206

hasil ini sangat membantu praktisi di pabrik (asisten maupun manajer pabrik) untuk mengambil tindakan secepatnya jika diketahui adanya kehilangan minyak yang melebih ambang batas di dalam serat *screw press*. Dengan demikian tidak terlanjur banyak minyak yang terbuang dengan serat *screw press* artinya dengan penggunaan alat NIR untuk memantau kandungan minyak di dalam serat *screw press* dapat memberikan nilai tambah secara ekonomis. Hal ini disebabkan tidak lagi terjadinya kehilangan minyak yang berlebihan di dalam serat. Pada Gambar 4 di bawah ini disajikan grafik hasil analisis kandungan minyak di dalam serat *screw press* menggunakan metode soxhlet dan NIR.



Gambar 4. Grafik hasil analisis kandungan minyak di dalam serat antara metode soxhlet (——) dan NIR (——)

Pada Gambar 4 terlihat bahwa kurva kalibrasi hasil analisis kandungan minyak dengan cara NIR hampir sama dengan cara soxhlet. Hal ini menunjukkan bahwa analisis kandungan minyak di dalam serat menggunakan alat NIR mempunyai ketelitian yang bagus.

4. Anilisis Kandungan Air di Serat *Screw Press* dengan Metode Oven dan NIR

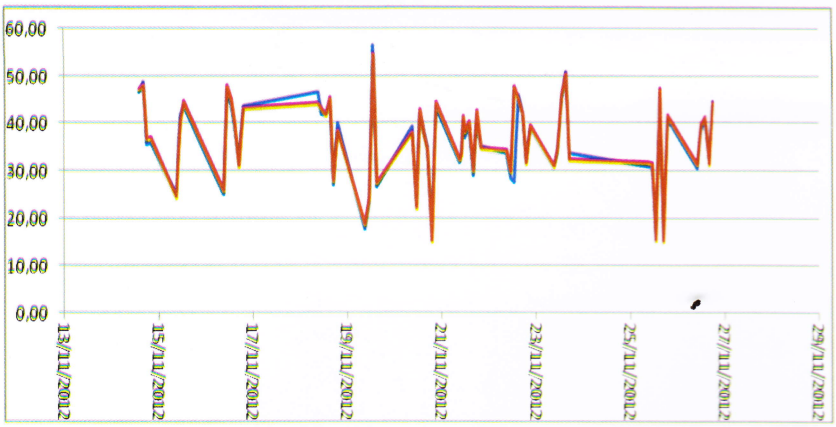
Di samping analisis kandungan minyak juga dilakukan analisis kandungan air di dalam serat *screw press.* Pada Tabel 2 di bawah ini disajikan contoh hasil analisis kandungan air di dalam serat menggunakan metode oven dan NIR.

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa secara keseluruhan perbedaan hasil analisis kandungan minyak di dalam.

Waktu	Oven	NIR	Selisih	Std. Dev.
14/11/2012 14:00	46,59	47,09	-0,50	0,1633
14/11/2012 16:00	48,68	48,18	0,50	0,0906
14/11/2012 18:00	35,45	36,56	-1,11	0,0762
14/11/2012 20:00	35,90	36,81	-0,91	0,1414
15/11/2012 09:00	24,92	24,45	0,47	0,1375
15/11/2012 11:00	41,58	40,23	1,35	0,1583
15/11/2012 13:00	43,83	44,48	-0,65	0,0877
15/11/2012 15:00	41,67	42,37	-0,70	0,1030
16/11/2012 09:00	24,90	25,84	-0,94	0,2208
16/11/2012 11:00	46,88	47,99	-1,11	0,0764
16/11/2012 13:00	43,79	44,91	-1,12	0,3672
16/11/2012 15:00	38,94	39,82	-0,88	0,0908
16/11/2012 17:00	31,99	30,91	1,08	0,3151
16/11/2012 19:00	43,57	43,11	0,46	0,0774
18/11/2012 09:00	46,45	44,21	2,24	0,4835
18/11/2012 11:00	41,86	42,90	-1,04	0,1292
18/11/2012 13:00	41,72	41,64	0,08	0,0800
18/11/2012 15:00	44,81	45,43	-0,62	0,1892
18/11/2012 17:00	26,89	27,72	-0,83	0,0597
18/11/2012 19:00	39,94	38,48	1,46	0,5385

Lanjutan Tabel 1.

Waktu	Oven	NIR	Selisih	Std. Dev.
19/11/2012 09:00	17,75	18,66	-0,91	0,0581
19/11/2012 11:00	23,28	24,19	-0,91	0,0995
19/11/2012 13:00	56,49	54,62	1,87	0,1246
19/11/2012 15:00	26,58	27,36	-0,78	0,0624
20/11/2012 09:00	39,17	38,09	1,08	0,1349
20/11/2012 11:00	22,88	22,11	0,77	0,1084
20/11/2012 13:00	42,23	42,67	-0,44	0,7048
20/11/2012 15:00	37,99	37,46	0,53	0,1544
20/11/2012 17:00	34,78	34,22	0,56	0,1082
20/11/2012 19:00	16,63	15,13	1,50	0,3724
20/11/2012 21:00	43,07	44,28	-1,21	0,0444
21/11/2012 09:00	31,67	32,28	-0,61	0,3586
21/11/2012 10:00	33,56	33,22	0,34	0,0738
21/11/2012 11:00	40,31	41,40	-1,09	0,2443
21/11/2012 12:00	36,85	37,94	-1,09	0,1374
21/11/2012 14:00	39,49	40,28	-0,79	0,1286
21/11/2012 16:00	29,01	29,91	-0,90	0,5473
21/11/2012 18:00	41,26	42,61	-1,35	0,1543
21/11/2012 20:00	35,08	34,68	0,40	0,2001
22/11/2012 09:00	33,67	34,24	-0,57	0,1488
22/11/2012 11:00	28,37	29,82	-1,45	0,1574
22/11/2012 13:00	47,60	47,64	-0,04	0,2141
22/11/2012 15:00	45,87	45,20	0,67	0,0857
22/11/2012 17:00	42,06	41,83	0,23	0,3446
22/11/2012 19:00	31,99	31,58	0,41	0,3547
22/11/2012 21:00	39,14	39,44	-0,30	0,0909
23/11/2012 09:00	30,84	30,90	-0,06	0,1261
23/11/2012 11:00	33,69	34,43	-0,74	0,2360
23/11/2012 13:00	45,01	45,92	-0,91	0,1282
23/11/2012 15:00	50,96	50,45	0,51	0,1832
23/11/2012 17:00	33,68	32,27	1,41	0,1200
25/11/2012 09:00	30,84	31,65	-0,81	0,1106
25/11/2012 11:00	30,62	31,59	-0,97	0,5001
25/11/2012 13:00	15,98	15,28	0,70	0,0220
25/11/2012 15:00	46,47	47,21	-0,74	0,1531
25/11/2012 17:00	16,13	15,15	0,98	0,0985
25/11/2012 19:00	40,79	41,59	-0,80	0,5430
26/11/2012 10:00	30,54	31,38	-0,84	0,2588
26/11/2012 12:00	38,48	39,61	-1,13	0,2160
26/11/2012 14:00	40,78	41,18	-0,40	0,2267
26/11/2012 16:00	32,35	31,26	1,09	0,8510
26/11/2012 18:00	44,57	44,39	0,18	0,1373



Gambar 5. Grafik hasil analisis kandungan air di dalam serat antara metode oven ( ) dan NIR ( )

Perbedaan hasil analisis kandungan air di dalam serat *screw press* menggunakan metode oven dan NIR tidak jauh berbeda seperti ditunjukkan pada Tabel 2 di atas. Secara keseluruhan perbedaan di antara metode oven dan NIR adalah antara 0,04–1,87% dengan nilai standar deviasi 0,0444–0,8510. Praktisi di pabrik sangat terbantu dengan diperolehnya hasil analisis yang cepat. Dengan demikian dapat dilakukan tindakan yang cepat dan tepat jika terjadi kadar air di luar ambang batas yang diperbolehkan. Pada Gambar 5 di bawah ini disajikan grafik hasil analisis kandungan air di dalam serat *screw press* menggunakan metode oven dan NIR.

Pada gambar 5 terlihat bahwa pola hasil analisis kadar air menggunakan metode oven dan NIR mempunyai pola yang sama untuk interval nilai kadar air dari serat *screw press*. Dengan demikian analisis kadar air dari serat *screw press* menggunakan metode NIR dapat digunakan karena relatif sama dengan metode oven.

Analisis kandungan minyak di dalam serat *screw press* menggunakan metode NIR sama baiknya dengan metode soxhlet. Hal ini ditunjukkan oleh pola yang sama hasil analisis kandungan minyak dari serat *screw press* baik metode NIR maupun soxhlet seperti diperlihatkan pada Gambar 4 di atas. Begitu juga dengan analisis kadar air dari serat *screw press*, pada Gambar 5 menunjukkan pola yang sama antara metode oven dan NIR. Dengan demikian analisis kandungan minyak dan kadar air di serat *screw press* dapat menggunakan metode NIR. Hasil analisisnya diperoleh sangat cepat dan akurat. Kecepatan di dalam memperoleh hasil analisis kandungan minyak dan kadar air di serat *screw press* akan sangat membantu bagi praktisi di PKS untuk mengambil tindakan secepatnya apabila terjadi kehilangan minyak di atas ambang batas di dalam serat. Dengan cepatnya diambil tindakan maka diharapkan tidak terjadi kehilangan minyak yang berlebihan dan pada akhirnya akan memberikan nilai tambah secara ekonomis.

KESIMPULAN

Analisis kandungan minyak dan air di dalam serat *screw press* menggunakan metode NIR memberikan hasil yang bagus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan hasil analisis kandungan minyak di dalam serat *screw press* menggunakan metode soxhlet dan NIR tidak jauh berbeda, yaitu perbedaannya antara 0,07 – 1,49 % dengan standar deviasi 0,0081 – 0,2086. Sedangkan untuk analisis kandungan air di dalam serat *screw press* menggunakan metode oven dan NIR adalah antara 0,04 – 1,87 % dengan standar deviasi 0,0444 – 0,8510. Dengan demikian analisis kandungan minyak dan kadar air di dalam serat dapat menggunakan metode NIR. Di samping mempuyai keakuratan yang bagus, analisis dengan metode NIR ini juga memberikan hasil analisis yang cepat dan tidak memerlukan bahan-bahan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2011. Official Methods and Recommeded Practices of the AOCS. Sixth Edition, AOCS. Urbana, Illinois USA.

Amalia, R., M. A. Agustira, dan T. Wahyono. 2012. Statistik Industri Kelapa Sawit 2012. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Barton, F.E. 2002. Theory and principles of Near Infra red Spectroscopy. Spectroscopy Europe, 14/1.

Cayuela, J.A., J.M. Garcia, dan N. Caliani. 2009. NIR prediction of fruit moisture, free acidity and oil content in intact olives. Grasas Y Aceites, 60 (2), p. 194-202.

Cuesta, A.F., J.M.F. Martinez, R. Socias, dan L. Velasco. 2013. Near-infrared spectroscopy for analysis of oil content and fatty acid profil in almond flour. European Journal of Lipid Science and Technology, 115 (2), p. 211-216.

Elfadl, E., C. Reinbrecht, dan W. Claupein. 2010. Development of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) calibration model for estimation of oil content in a worlwide safflower germplasm collection. International Journal of Plant Production 4 (4).

Ismail, N. A. 2010. Quick determination of actual oil content in oil palm fruit bunch using near infrared (NIR) scanning spectrometer. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Universiti Malaysia Pahang.

Kim, Y., M. Singh, dan S.E. Kays. 2007. Near-infrared spectroscopy analysis of macronutrients and energy in homogenized meals. Food Chemistry 105, p. 1248-1255.

Leon, L., A.G. Varo, dan G. Downey. 2005. Near Infrared Spectroscopy (NIRS) as a promising tool in olive breeding programs. Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production, FRUTIC 05. France.

Naibaho, P.M. 1998. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Moh Mee Ho, F. 1998. Development of infrared spectroscopic techniques for the determination of some quality parameters of palm oil. Faculty of Food Science and Biotechnology Universiti Putra Malaysia.

Prem, D., K. Gupta, G. Sarkar, dan A. Agnihotri. 2012. Determination of oil, protein and moisture content in whole seeds of three oleiferous *Brassica* spcies using nier-infrared reflectance spectroscopy. Journal of Oilseed Brassica, 3 (2), p. 88-98.