

Inovasi dan Kemajuan Teknologi Bidang Kelapa Sawit Sebagai Kearifan Natural Materials Indonesia

Istianto Budhi Rahardja^{1*}, Azhar Basyir Rantawi², Hendra Saputra³, Eko Sulistiyo⁴, Alvika Meta Sari⁵, Anwar Ilmar Ramadhan⁶

^{1,2,3}Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Jl. Gapura 8, Rawa Banteng, Cibuntu, Cibitung, Setu, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

⁴Fakultas Teknik Bisnis Energi, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, Indonesia

^{5,6}Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta, Indonesia

*E-mail Koresponden : istianto.rahardja@gmail.com

ABSTRAK

Negara Indonesia adalah negeri yang makmur dan subur, dengan memiliki sumber daya alam (SDA) yang sangat melimpah, terdiri dari daratan yang luas serta lautan yang membentang dari Sabang sampai dengan Mauroke. Negara Indonesia adalah negara agraris penghasil budidaya perkebunan serta pertanian, dimana Indonesia berada di daerah katulistiwa, berada di tengah-tengah perairan dunia, serta memiliki iklim tropis yang sangat baik untuk perkebunan. Perkebunan yang menjadi andalan di Indonesia, seperti : the, kopi, coklat, karet, tebu, serta yang menjadi primadona adalah kelapa sawit. Kelapa sawit dengan iklim tropis sangat baik tumbuh dan berkembang di Indonesia, sehingga beberapa pulau besar Indonesia, yaitu : Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan Jawa terdapat perkebunan kelapa sawit untuk kebutuhan di dalam negeri maupun luar negeri. Hasil pengolahan perkebunan kelapa sawit yang berupa tandan buah segara (TBS) kelapa sawit dapat diolah menjadi *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel oil* (PKO). Kedua hasil ini secara *refinery* dapat diolah menjadi bahan makanan, minuman, obat-obatan, kosmetik/kecantikan, kedokteran, dan lain-lain. Hasil sampingan dari pengolahan TBS dapat berupa bahan-bahan berguna dalam infrastruktur, *fashion*, proses *cooling* dan *heating* dan lain-lain. Proses produk tersebut merupakan inovasi dan kemajuan teknologi yang terus ditumbuh kembangkan untuk menjadi bahan bermanfaat bagi masyarakat umum, *sustainable*, dan memiliki nilai tinggi. Penelitian dan produk hasil kelapa sawit semakin signifikan dan memberikan kemanfaatan untuk masyarakat.

Kata Kunci : Inovasi, Perkembangan, Kelapa Sawit.

ABSTRACT

Indonesia is a prosperous and fertile country, with very abundant natural resources (SDA), consisting of vast land and seas that stretch from Sabang to Mauroke. Indonesia is an agricultural country that produces plantations and agriculture, where Indonesia is located in the equatorial region, in the middle of the world's waters, and has a tropical climate that is very good for plantations. Plantations that are a mainstay in Indonesia, such as: tea, coffee, cocoa, rubber, sugar cane, and the favorite is palm oil. Palm oil with a tropical climate is very good at growing and developing in Indonesia, so that several large islands in Indonesia, namely: Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Papua and Java, have oil palm plantations for domestic and foreign needs. The results of palm oil plantation processing in the form of palm oil fresh fruit bunches (FFB) can be processed into crude palm oil (CPO) and palm kernel oil (PKO). Both of these products can be processed into food, drinks, medicines, cosmetics/beauty, medicine, etc. By-products from FFB processing can be useful materials in infrastructure, fashion, cooling and heating processes and others. The product process is an innovation and technological advancement that continues to be developed to become a

material that is useful for the general public, sustainable and has high value. Research and palm oil products are increasingly significant and provide benefits to society.

Keywords: *Innovation, Development, Palm Oil.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara makmur dan sangat melimpah sumber daya alam (SDA) yang tersedia di dalamnya. Negeri yang terbentang dari Sabang sampai dengan Marauke dengan beragam suku budaya yang dimiliki, daerah yang terdiri dari lautan dan daratan, memiliki ciri khas dan berada pada daerah tropis (garis katulistiwa). Indonesia yang merupakan negara kelautan yang menghasilkan hasil budidaya laut, seperti : rumput laut, tumbu karang, ikan, udang, beberapa olahan ikan laut, dan lain-lain, sehingga memberikan kontribusi yang baik untuk negara. Indonesia merupakan juga negara agraria, dengan penghasil pertanian, seperti : rempah-rempah, buah-buahan, bumbu-bumbu, dan lain-lain yang kaya akan cita rasa, serta perkebunan yang disupprot oleh pemerintah sebagai budidaya perkebunan yang melibatkan seluruh rakyat dalam pelaksanaannya, seperti : tebu, karet, kopi, ubi, coklat, kelapa sawit dan lain-lain (Basri, 2013). Perkembangan dunia perkebunan semakin meluas dengan adanya program pemerintah untuk melaksanakan transmigrasi dan perluasan area perkebunan. Sebagai primadona perkebunan yang berada di Indonesia, salah satunya kelapa sawit menjadi perkebunan yang mendapatkan perhatian khusus dalam budidayanya (Susila, 2006). Perkebunan kelapa sawit sampai saat ini

telah berada di beberapa pulau-pulau besar Indonesia, yaitu : Sumatera, Kalimantan, Sulaawesi, Papua, dan Jawa, dimana di kawasan Indonesia sangat cocok untuk budidaya dan mengembangkan perkebunan kelapa sawit secara meluas. Ini ditandai dengan adanya pemandangan hijau pohon kelapa sawit yang terbentang sepanjang perjalanan di daerah-daerah. Perkebunan kelapa sawit yang memiliki usia tumbuh ± 25 tahun, serta memiliki produktivitas yang sangat baik, yaitu dapat menghasilkan panen buah kelapa sawit (tandan buah segar (TBS)) setiap bulan 2-3 kali pemanenan (Lubis, 2018). Hasil ini yang menjadikan para petani kelapa sawit ingin mengembangkan terus dan meningkatkan keuntungan di bidang kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan jenis pepohonan palm yang mudah tumbuh dan subur di negeri Indonesia. Kelapa sawit dalam pertumbuhannya akan menuai panen pada usia tanam 3-4 tahun. Pemanen pohon kelapa sawit akan dapat berlangsung sampai dengan usia 25 tahun (dengan proses pemupukan dan perlakuan perawatan yang baik). Tandan buah segar (TBS) merupakan hasil panen dari pohon kelapa sawit, dimana setiap TBS dari pohon kelapa sawit dapat memiliki massa ± 30 kg. Gambar pohon kelapa sawit dan TBS dapat dilihat pada gambar 1.



(sumber : <https://rina-anata.blogspot.com/2012/05/tanaman-kelapa-sawit.html>)

(a)



(sumber : <https://arieyoedo.blogspot.com/2011/03/mophologi-kelapa-sawit.html>)

(b)

Gambar 1. Pohon Kelapa Sawit; Pohon & Buah Kelapa Sawit (a), Tandan Buah Segar (b).

Secara berkelanjutan TBS yang telah dilakukan pemanenan, akan dilakukan proses pengolahan dengan beberapa proses sampai dilakukannya proses pemurnian dari TBS. TBS yang telah diolah akan menghasilkan dua produk, yaitu : *crude palm oil (CPO)* dan *palm kernel oil (PKO)* (Saragih dkk, 2018). Kedua hasil produk tersebut dapat kembali diproses *refereny* menjadi berbagai produk *refenery*, yaitu : untuk makanan, minuman,

kosmetik/kecantikan, bidang kedokteran, serta masih banyak lagi. Perkembangan teknologi yang semakin meluas dan modern dapat memberikan warna dan manfaat baru dari hasil produksi CPO dan PKO, dimana dengan nano teknologi dapat menghasilkan beberapa varian baru dan produk turunan baru (Saptaji dkk, 2023). Adapun gambar berondolan sawit, CPO, dan PKO dapat dilihat pada gambar 2.



(sumber : <https://www.go4worldbusiness.com/product/view/1335992/crude-palm-oil.html>)

(a)



(sumber : <https://www.spiceography.com/palm-kernel-oil/>)

(b)

Gambar 2. Hasil Produk Kelapa Sawit; *Crude Palm Oil* (a), *Palm Kernel Oil* (b).

Pada saat melakukan produksi pengolahan kelapa sawit menjadi CPO dan PKO, maka akan menghasilkan pula produk sampingan/limbah (Elisabeth & Ginting, 2003). Limbah kelapa sawit yang memiliki nilai sekitar 76-77 % dari sebuah TBS dan 23 % maksimal yang dapat diambil sebagai hasil produksi dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit. Dengan sangat melimpahnya produk sampingan yang cukup besar, beberapa penelitian dikembangkan untuk memproses dan mengolah limbah kelapa sawit menjadi beberapa produk bernilai (Rahardja dkk, 2022). Beberapa produk limbah padat, seperti fiber (serat/serabut)

buah kelapa sawit dan cangkang (batok) kelapa sawit yang pada umumnya hanya dijadikan sebagai bahan bakar boiler pada perusahaan pengolahan kelapa sawit (Rahardja dkk, 2019). Umumnya boiler yang dipergunakan adalah menggunakan bahan bakar biomassa (Rahardja, dkk, 2019). Limbah kelapa sawit yang sangat besar dan banyak jumlahnya, menjadi salah satu tantangan, target, serta produk massal yang perlu ditanggulangi, memiliki nilai, serta menjadi produk yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara umum (Rahardja dkk, 2021). Adapun gambar limbah kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 3.



(sumber :
[https://membuat.info/kerajinan-dari-sabut-kelapa/\(a\)](https://membuat.info/kerajinan-dari-sabut-kelapa/(a)))

(a)



(sumber :
<https://tropis.co/2018/09/24/pemda-mukomuko-ciptakan-alat-pengolahan-cangkang-sawit/>)

(b)



(sumber :
<https://www.medion.co.id/wp-content/uploads/2023/03/KT-1-1.jpg>)

(c)

Gambar 3. Limbah Padat Kelapa Sawit; *Fiber* (a), *Cangkang* (b), *Bungkil* (c).

Hasil limbah kelapa sawit yang berupa fiber, dapat diolah menjadi serat kain, fashion, roof, dan lain-lain, adapun cangkang kelapa sawit saat ini dapat dijadikan briket, serta bungkil sampai saat ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pakan ternak. Teknologi dan perkembangan kelapa sawit saat ini sudah mulai merambah ke dalam teknologi maju, dimana beberapa material kelapa sawit oleh para peneliti melakukan inovasi dan pengembangan untuk mengolah

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Langkah Persiapan

CPO yang bersifat fluida cair memiliki karakteristik titik beku 5°C , titik didih 298°C , dengan massa jenis yang dimiliki sebesar $0,9\text{ gr/cm}^3$ merupakan fluida zat

natural material Indonesia, yaitu kelapa sawit menjadi material maju, dimana material tersebut adalah material kekayaan alam Indonesia, sustainable, ramah lingkungan, tidak merusak alam, tidak beracun, serta dapat terurai secara alamiah (Hendrawati dkk, 2023). Para peneliti terus mengembangkan pengetahuan dan keilmuannya untuk mengolah kelapa sawit menjadi material maju dengan nano teknologi tinggi, serta bernilai manfaat tinggi bagi masyarakat.

kental bersifat non polarit, dimana tidak mudah untuk bercampur secara baik dengan fluida yang memiliki gugus hydrogen (air). Dalam hal ini peneliti melakukan pemurnian CPO dengan refine bleaching deodorizing palm olein

(RBDPO) untuk memurnikan dari kotoran, getah yang terlarut, serta zat-zat yang masih terbawa dalam proses pembentukan CPO. Bahan yang telah diproses RBDP disiapkan dalam gelas

beaker sebanyak 4 unit dengan masing-masing 100 ml/setiap gelas *beaker*. Bahan yang akan dicampur dengan nano partikel dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. RBDPO sampel fluida

2.2 Pembuatan Fluida

Fluida RBDPO yang telah siap untuk dicampurkan dengan nano partikel sebanyak 0,5% akan dilakukan dengan

pengadukan magnetik stirer selama 10 menit. Adapun RBDPO yang telah ditambahkan nanopartikel dapat dilihat pada gambar 5.



(a)

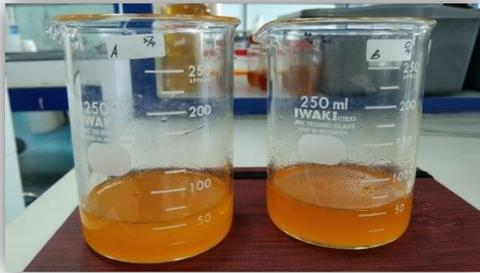


(b)

Gambar 5. Fluida RBDPO dan Nanopartikel; RBDP+SiO₂ (a), RBDPO+TiO₂ (b).

Selanjutnya fluida RBDPO + nanopartikel akan dilakukan proses sonifikasi selama 1 jam dengan pemberian pemanasan sebesar 55⁰ C. Proses pencampuran ini mempergunakan getaran dan pemberian panas untuk menghomogenkan tiap-tiap partikel yang ada dengan getaran yang

harus dan konstan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan ukuran yang sama dan mudah untuk bercampur secara homogen. Adapun hasil pencampuran RBDP + nanopartikel dapat dilihat pada gambar 6.



(a)



(b)

Gambar 6. Hasil Proses Sonifikasi Ultrasonicater, RBDP + SiO₂ (a), RBDP + TiO₂ (b)

2.3 Proses Pengujian

2.3.1 Pengujian visual

Pengujian merupakan salah satu langkah untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari suatu objek yang akan diukur. Pengujian pada umumnya mempergunakan alat ukur sebagai pembanding untuk memperoleh hasil yang valid. Beberapa pengukuran dilakukan pula dengan cara visual untuk mengetahui kondisi tertentu, dimana proses ini adalah proses yang paling mudah serta murah. Pengujian visual adalah proses pengujian dengan menggunakan mata telanjang tanpa bantuan alat ukur. Saat menguji hanya disandingkan antara yang satu dengan yang lain untuk mengetahui kondisi fluida yang terjadi. Pengujian visual ini menggunakan tabung reaksi untuk mengetahui terjadinya perubahan atau pemisahan dari suatu objek yang telah dicampurkan sampai beberapa saat. Hal ini dimungkinkan apakah terlihat ada endapan/pemisahan/perbedaan warna yang signifikan dalam fluida yang telah dicampurkan.

2.3.2 Pengujian panjang gelombang (UV-Vis Spectrophotometer)

UV-Vis adalah alat pengukur untuk beberapa kondisi fluida, dimana fluida akan ditembakkan dengan sinar UV dan akan terbentuk/terbaca dalam bentuk angka. Terdapat pula pembacaan dari beberapa karakter, seperti index warna yang secara kasat mata/visual dianggap sama, namun dengan alat UV-Vis dapat terbaca nilai kepuatan/kejernihan/karakter warna yang terbentuk. Alat ini membutuhkan wadah quveet sebagai tempat pembacaannya, yang biasanya terbuat dari kuarsa berwarna jernih. Adapaun sampel fluida yang akan diuji adalah fluida yang telah dicampurkan secara homogen, kemudian diambilkan 1 gr dan dilarutkan oleh zat pelarutnya sebanyak 25 ml ke dalam labu reaksi dan campurkan secara homogen. Setelah selesai, maka fluida tersebut dimasukkan ke dalam quveet. Setelah itu quveet yang berisi fluida dimasukan pada alat UV-Vis sampai terbaca hasilnya. Adapun alat UV-Vis dapat dilihat pada gambar 7.



(a)



(b)

Gambar 7. Alat UV-Vis Spectrophotometer; UV-Vis (a), Hasil Pembacaan (b)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pencampuran

Proses pencampuran fluida RBDPO yang telah dilakukan oleh peneliti ini adalah perlu pengamatan yang lebih mendalam, dimana proses pencampuran tidak secara mudah akan homogen dengan sendirinya. Dalam hal ini proses pencampuran perlu dilakukan persiapan, yaitu dengan pemberian nanopartikel yang relatif kecil dan mencampurkan dengan alat magnetik stirer dengan perlahan dan waktu yang cukup. Dimana waktu yang dipergunakan sebesar 10 menit. Semakin lama waktu yang dipergunakan untuk mencampur RBDPO + nanopartikel, maka semakin baik. Selanjutnya dilakukan proses sonifikasi dengan alat ultrasonicator. Pemecahan inti atom dari tiap-tiap partikel, sehingga dapat menyisipkan serta menghomogenkan antar partikel yang berbeda perlu *treatment*, dimana waktu yang cukup panjang dan suhu yang

cukup tinggi untuk menggabungkan antar partikel yang ada. Hasil pencampuran antara RBDPO + SiO₂ akan menghasilkan fluida berwarna kuning keruh dan hasil penggabungan RBDPO + TiO₂ akan menghasilkan kuning semu putih.

3.2 Pengujian Nano Fluida

Untuk mengetahui keakurasian dari proses yang telah dilakukan, maka dilakukan pengujian, dimana pengujian awala adalah mempergunakan pengujian visual fluida yang telah dicampurkan RBDPO + nanopartikel ke dalam tabung reaksi. Tabung reaksi akan diamati selama beberapa waktu (24 jam) dan kemudian diperiksa kembali kondisi dari fluida tersebut. Apabila terjadi perubahan dan penurunan dalam tabung reaksi, maka ikatan terhadap campuran tersebut tidak mengikat secara kuat. Adapun hasil pengujian visual dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Visual Tabung Reaksi

Pengujian untuk mendukung data validasi dari nilai/index warna suatu objek dapat dipergunakan UV-Vis Spectrophotometer, dimana objek fluida yang berada di dalam quveet akan ditembakkan oleh sinar UV

dan memberikan nilai panjang gelombangnya. Dari hasil pencampuran fluida RBDPO + nanopartikel dapat diperoleh hasil pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *UV-Vis Spectrophotometer*

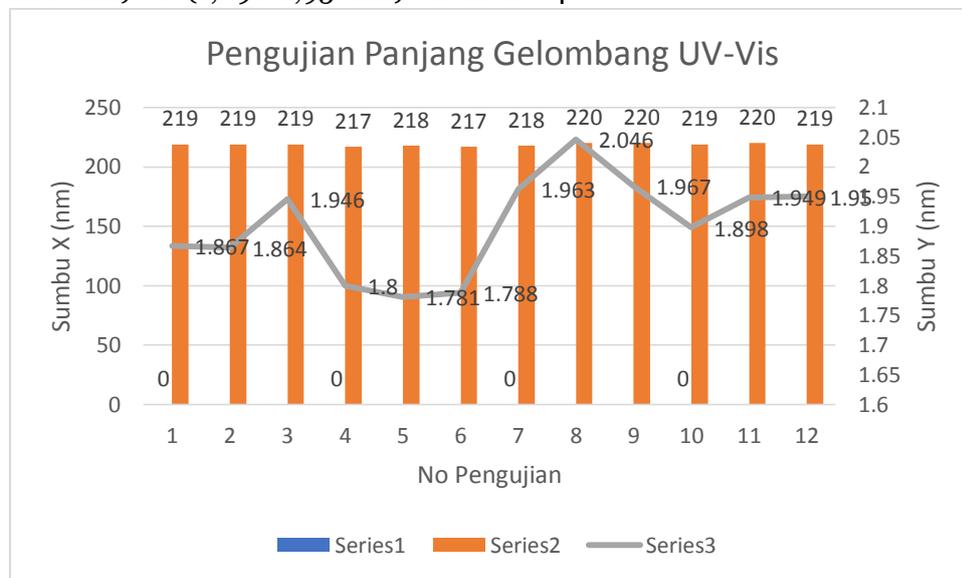
No	Sampel	Panjang Gelombang (nm)		Keterangan
		X	Y	
1	A	219	1,867	RBDP +SiO ₂
2		219	1,864	
3		219	1,946	
4	B	217	1,8	RBDP +SiO ₂
5		218	1,781	
6		217	1,788	
7	C	218	1,963	RBDP +TiO ₂
8		220	2,046	
9		220	1,967	
10	D	219	1,898	RBDP +TiO ₂
11		220	1,949	
12		219	1,95	

Terdapat 4 sampel uji dari fluida, dimana 2 tube adalah campuran RBDPO + SiO₂ dan 2 tube lagi adalah campuran RBDPO + TiO₂. Dari hasil pengujian UV-Vis dari sampel A & B adalah nilai panjang

gelombang sumbu X secara umum adalah lebih tinggi sedikit di sampel A, dimana nilainya 219 nm, serta untuk sumbu Y juga lebih tinggi di sampel A, yaitu : 1,946 nm. Adapun 2 sampel RBDPO + TiO₂,

memiliki kecenderungan hampir mirip sama, yaitu : sampel C pada sumbu X dan Y memiliki panjang gelombang antara (218-220 nm);(1,963-2,046 nm), dan untuk sampel D pada sumbu X & Y memiliki panjang gelombang antara (219-220 nm) & (1,898-1,95 nm). Dari ke 4

sampel tersebut terlihat jelas angka panjang gelombang sampel RBDPO + TiO₂ lebih besar serta terlihat pada visualnya. Nilai pengujian panjang gelombang UV-Vis 4 sampel tersebut dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Panjang Gelombang UV-Vis

3.3 Pemanfaatan Nanopartikel

Penambahan nanopartikel adalah memberikan pengaruh lebih baik untuk proses pendinginan ataupun pemanasan yang dilakukan pada sistem, sehingga mempercepat prosesnya. Hasil ini dapat dilihat dengan konduktivitas termal bahan metal akan lebih besar dan tinggi. Dimana bahan metal/logam ini berada pada kondisi cair, maka akan mempermudah proses pencampuran yang terjadi. Saat ini nanoteknologi berkembang sangat pesat dan signifikan, sehingga perusahaan berlomba-lomba dalam produksinya. Penggunaan saat ini adalah untuk industri *heating & cooling*.

4. KESIMPULAN

Crude palm oil yang merupakan minyak nabati hasil pengolahan dari tandan buah segar kelapa sawit memiliki keunggulan, yaitu dapat bercampur dengan

nanopartikel berbahan logam/metal, sehingga dapat memperbaiki kemampuan untuk meneruskan/transfer temperatur yang dimiliki ke luar sistem, sehingga dapat dipergunakan untuk sistem *heating* dan *cooling*. Keunggulan lain dari CPO adalah dapat mengurangi laju korosi pada bahan metal yang bersinggungan/terendamnya, sehingga material yang berkontaminasi tidak cepat aus maupun rusak. Pencampuran CPO menggunakan nanopartikel merupakan inovasi & teknologi terbaru serta masih banyak peluang penelitian yang dilakukan secara intensif dan berkolaborasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami haturkan ucapan terima kasih kepada “**Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit, No Kontrak : PRJ – 356/DPKS/2022**”

dalam hal ini membiayai penelitian “Grant Riset Sawit K22”. Terima kasih pula kami haturkan kepada Manajemen Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Basri, (2013); Penataan Dan Pengelolaan Wilayah Kelautan Perspektif Otonomi Daerah Dan Pembangunan Berkelanjutan, Perspektif, Vol. 18 No. 3 (2013): Edisi September, Doi: <https://doi.org/10.30742/Perspektif.V18i3.44>
- Elisabeth, Jenny Dan Simon P. Ginting, (2003); Pemanfaatan Hasil Samping Industri Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pakan Ternak Sapi Potong, Lokakarya Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi; Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Jl. Brigjen Katamso 51, Medan 20158; Loka Penelitian Kambing Potong, Sei Putih – Sumut
- Hendrawati, T. Y., Umar, E., Ramadhan, A. I., Sari, A. M., Salsabila, M., Suryani, R., ... & Rahardja, I. B. (2023). Sintesis Dan Karakterisasi Nanoselulosa Serbuk Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Ultrasonifikasi. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 159-166.
- Lubis, Muhammad Firdaus Dan Iskandar Lubis (2018); Analisis Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Di Kebun Buatan, Kabupaten Pelalawan, Riau; [Vol. 6 No. 2 \(2018\): Buletin Agrohorti](#) Doi: <https://doi.org/10.29244/Agrob.V6i2.18945>
- Rahardja, I. B., Afifah, H., Dermawan, Y., Diniardi, E., Ramadhan, A. I., & Siregar, J. P. (2021). Mechanical Properties Of Particle Board From Empty Palm Fruit With Polyester Resin Adhesive. *Journal Of Applied Sciences And Advanced Technology*, 4(1), 35-42.
- Rahardja, I. B., Daraquthni, Z., & Ramadhan, A. I. (2019). Potential Of Palm Oil Solid Waste As Steam Power Fuel (Case Study At Xyz Palm Oil Mill). *Journal Of Applied Sciences And Advanced Technology*, 2(2), 33-38.
- Rahardja, I. B., Sukarman, S., & Ramadhan, A. I. (2019). Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (Cpo) Dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (Atkks). *Prosiding Semnastek*.
- Rahardja, I. B., Surbakti, V. N. C., & Siregar, A. L. (2022). Empowering Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Bata Beton Ringan (Light-Weight Concrete). *Jurnal Teknologi*, 14(1), 119-126.
- Saptaji, K., Sari, A. M., Ramadhan, A. I., Rahardja, I. B., Saputra, M. D., Firmansyah, F., & Umar, E. (2023). Studi Pengembangan Nanofluida Hijau Berasal Dari Bahan Lokal Alam Untuk Aplikasi Di Bidang Teknik. *Jurnal Teknologi*, 15(2), 345-358.
- Saragih, V., Melaca, K. M., Darmawan, R., & Hendrianie, N. (2018). Pra Desain Pabrik Cpo (Crude Palm Oil) Dan Pko (Palm Kernel Oil) Dari Buah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Its (Sinta: 4, If: 1.1815)*, 7(1), A181-A183.
- Susila, Wayan R, (2006); Peluang Pengembangan Kelapa Sawit Di Indonesia: Perspektif Jangka Panjang 2025, *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*,

Lembaga Riset Perkebunan
Indonesia, Bogor Indonesia.