

**PENGUKURAN PERMITIVITAS DAN KONDUKTIVITAS LISTRIK
KARBON AKTIF BERBAHAN DASAR TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT**

**FAISAL
NIM H1021161029**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023**

**PENGUKURAN PERMITIVITAS DAN KONDUKTIVITAS LISTRIK
KARBON AKTIF BERBAHAN DASAR TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT**

**FAISAL
NIM H1021161029**

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023**

**PENGUKURAN PERMITIVITAS DAN KONDUKTIVITAS LISTRIK
KARBON AKTIF BERBAHAN DASAR TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT**

Tanggung Jawab Yuridis Material Pada

Faisal
NIM H1021161029

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.
NIP198107302005011002

Pembimbing II



Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP199006052022032010

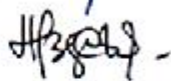
Disahkan Oleh
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura



Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PONTIANAK**

TIM PENGUJI SKRIPSI

NAMA/NIP	TIM PENGUJI	GOLONGAN/ JABATAN	TANDA TANGAN
Dr. Azrul Azwar, S.Si, M.Si. NIP198107302005011002	Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	IIIc/Lektor	
Asifa Asri, S.Si, M.Si. NIP199006052022032010	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)	IIIb/ Tenaga Pengajar	
Zulfian, S.Si, M.Si. NIP198206082008122001	Ketua Penguji	IIIb/Asisten Ahli	
Mega Nurhanisa, S.Si, M.Si. NIDN0019018805	Anggota Penguji	Tenaga Pengajar	

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Tanjungpura Pontianak

Nomor: 1174/UN22.8/TD.06/2023

Tanggal: 31 Maret 2023

Tanggal Lulus: 11 April 2023

**Pengukuran Permittivitas dan Konduktivitas Listrik
Karbon Aktif Berbahan Dasar Tandan Kosong
Kelapa Sawit**

Abstrak

Studi mengenai karakteristik sifat kelistrikan pada suatu material masih terus dikembangkan. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran permitivitas dan konduktivitas listrik pada karbon aktif yang terbuat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Kedua pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan kapasitor pelat sejajar berukuran (10×10) cm dengan jarak antar pelat adalah 0,45 cm. Pada bagian tengah diletakkan bahan dielektrik yaitu karbon aktif TKKS yang dihubungkan melalui sumber tegangan DC pada tegangan 3 hingga 5 volt dengan rentang 0,5 volt. Nilai konduktivitas listrik karbon aktif TKKS yang diperoleh adalah $4,755 \times 10^{-5}$ S/m. Berdasarkan nilai konduktivitas listrik tersebut maka karbon aktif TKKS dikategorikan bersifat semikonduktor. Selain itu juga diamati pengaruh nilai permitivitas listrik karbon aktif TKKS terhadap variasi nilai frekuensi yaitu 10.000 Hz hingga 100.000 Hz dengan interval 10.000 Hz yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC. Berdasarkan nilai permitivitas yang dihasilkan, semakin tinggi nilai frekuensi yang diberikan menyebabkan nilai permitivitas dari karbon aktif TKKS mengalami penurunan. Pengukuran pada frekuensi rendah (10.000 Hz) dihasilkan nilai permitivitas yaitu 63,21. Sedangkan pengukuran pada frekuensi tinggi (100.000 Hz) dihasilkan nilai permitivitas yaitu 15,85.

Kata kunci: Karbon aktif, permitivitas, konduktivitas listrik, dan pelat sejajar

**Permittivity and Electrical Conductivity Measurements
Activated Carbon Based on Empty Bunches
Palm Oil**

Abstract

Study of the characteristics of the electrical properties of a material is still being developed. In this research, the permittivity and electrical conductivity measurements were carried out on activated carbon made from Empty Palm Oil Bunches (TKKS). Both of these measurements were carried out using a parallel plate capacitor of size (10× 10) cm with a distance between the plates is 0.45 cm. In the center is placed a dielectric material, namely TKKS activated carbon which is connected via a DC voltage source at a voltage of 3 to 5 volts with a range of 0.5 volts. The electrical conductivity value of TKKS activated carbon obtained is 4.755×10^{-5} S/m. Based on the value of the electrical conductivity, the activated carbon of TKKS is categorized as a semiconductor. In addition, it was also observed the effect of the electrical permittivity value of TKKS activated carbon on variations in frequency values, namely 10,000 Hz to 100,000 Hz with 10,000 Hz intervals connected to an AC voltage source. Based on the permittivity value generated, the higher the frequency value given, the permittivity value of the TKKS activated carbon decreases. Measurements at low frequency (10,000 Hz) produced a permittivity value of 63.21. While measurements at high frequency (100,000 Hz) produced a permittivity value of 15.85.

Keywords: Activated carbon, permittivity, electrical conductivity, and parallel plates

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Pengasih, yang telah mengizinkan saya menyelesaikan skripsi ini dengan judul yang telah penulis pilih yaitu “Pengukuran Permittivitas dan Konduktivitas Listrik Karbon Aktif Berbahan Dasar Tandan Kosong Kelapa Sawit”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dari Program Sarjana Sains (S.Si) Universitas Tanjungpura pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Skripsi ini tidak akan mungkin terwujud tanpa informasi, bimbingan, dukungan, dan arahan yang luas yang diberikan oleh berbagai individu dan pembimbing selama pengembangannya. Kepada pihak-pihak tersebut, penulis mengucapkan ungkapan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala.
2. Bapak Prof. Dr. H. Garuda Wiko, S.H., M.Si., selaku Rektor Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si., selaku Ketua Prodi Fisika serta pembimbing I tugas akhir yang memberi bimbingan, arahan dan masukan kepada penulis.
5. Ibu Asifa Asri, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang memberi bimbingan, arahan dan masukan kepada penulis.
6. Bapak Zulfian, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji I yang telah membantu dalam memberi masukan dan arahan dalam penyempurnaan pada skripsi ini.
7. Ibu Mega Nurhanisa, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji II yang telah membantu memberikan masukan dan arahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
8. Seluruh staff pengajar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

9. Kedua orang tuaku, Bapak Sukri dan Ibu Satama yang selalu memberikan semangat, doa, kasih sayang dan dukungan yang tiada henti hingga saat ini dan nanti, serta abangku, kakakku, dan keluarga terdekat yang menjadi sumber semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Nelly Novianti, Parnasari, Riko Bintasa, Angie, Fadil Kusdianto, Ajeng, Candra, Heri Setiawan dan Sela yang telah terlibat membantu dan memberikan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan Fisika Angkatan 2016 (Eigen'16) yang telah membantu memberikan semangat, waktu, dan tenaga kepada penulis selama berada di kampus maupun diluar kampus.
12. Serta untuk diriku sendiri “menulislah, agar kamu abadi. Dan aku akan selalu membaca tulisan-tulisan itu untuk aku kenang sepanjang hayat”. Terimakasih telah berjuang mengorbankan seluruh tenaga dan pikiran sampai detik ini.

Skripsi ini ditulis dengan maksud untuk membantu pihak-pihak yang terlibat langsung dan pembaca. Segala upaya telah dilakukan untuk menjamin kualitas skripsi ini, namun penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan komentar dan saran yang akan membantu skripsi ini menjadi lebih halus dan bermanfaat sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut melalui studi. Penulis menyimpulkan dengan ucapan terima kasih dan harapan terbaik untuk pengalaman membaca yang menyenangkan.

Penulis

Faisal

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	4
2.2 Karbon Aktif.....	5
2.3 Pembuatan Karbon Aktif.....	6
2.3.1 Dehidrasi	6
2.3.2 Karbonisasi.....	6
2.3.3 Aktivasi	6
2.4 Resistor	8
2.5 Konduktivitas Listrik.....	8
2.6 Kapasitor.....	9
2.7 Kapasitor Pelat Sejajar	11
2.8 Kapasitor Pelat Sejajar dengan dielektrik.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Data Penelitian.....	14
3.3 Langkah-langkah Penelitian	14
3.3.1 Persiapan Bahan.....	14
3.3.2 Pembuatan Kapasitor	18
3.3.3 Pengambilan Data	18
3.4 Analisis Data	19
3.5 Diagram Alir.....	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Karbon Aktif TKKS.....	25
4.2 Hasil Pengukuran Nilai Konduktivitas Listrik Karbon Aktif TKKS	26
4.3 Hasil Pengukuran Nilai Kapasitansi Karbon Aktif TKKS	27
4.4 Hasil Pengukuran Nilai Permittivitas Karbon Aktif TKKS	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2. 1 Tandan kosong kelapa sawit (TKKS)	5
Gambar 2. 2 Spektrum konduktivitas listrik (Irzaman, 2010)	9
Gambar 2. 3 Rangkaian Kapasitor (Basri, 2018)	10
Gambar 2. 4 Susunan kapasitor pelat sejajar (Mustain, 2017).....	11
Gambar 2. 5 Medan listrik di antara pelat sejajar berkontribusi merata pada bagian tengahnya dan terdistribusi tidak merata pada bagian ujung-ujungnya (Serway dan Jewett, 2010).....	11
Gambar 2. 6 Proses terjadinya polarisasi bahan dielektrik akibat medan listrik luar (Tipler, 1991).....	12
Gambar 3. 1 Penjemuran TKKS selama satu minggu di bawah sinar matahari ...	15
Gambar 3. 2 Proses karbonisasi TKKS pada suhu 400°C selama 1 jam	15
Gambar 3. 3 Penimbangan massa aktivator H_3PO_4 dan karbon aktif TKKS.....	16
Gambar 3. 4 Penetralan pH menggunakan akuades.....	17
Gambar 3. 5 Hasil karbon aktif TKKS setelah disintesis.....	17
Gambar 3. 6 Kapasitor pelat sejajar	18
Gambar 3. 7 Rancang desain pengukuran nilai konduktivitas listrik.....	18
Gambar 3. 8 Rangkaian alat penentuan nilai konduktivitas listrik.	19
Gambar 3. 9 Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 3. 10 Diagram alir pembuatan karbon aktif TKKS	24
Gambar 4. 1 Karbon aktif TKKS	25
Gambar 4. 2 Plot Grafik hubungan Tegangan terhadap Arus	26
Gambar 4. 3 Hubungan impedansi terhadap frekuensi	27
Gambar 4. 4 Hubungan kapasitansi terhadap frekuensi.....	28
Gambar 4. 5 Hubungan permitivitas karbon aktif TKKS terhadap Frekuensi.....	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standar kualitas mutu karbon aktif (SNI, 1995).	5
Tabel 2. 2 Konstanta dielektrik beberapa material (Halliday, 1988)	13

LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I. Menghitung Kadar Air TKKS.....	35
Lampiran II. Perhitungan Konduktivitas Listrik Karbon Aktif TKKS	35
Lampiran III. Hasil Perhitungan Permittivitas Karbon Aktif TKKS	35
Lampiran IV. Dokumentasi Penelitian.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia akan terus mengalami peningkatan. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan, Perkelapa Sawitan mengalami peningkatan sejak tahun 1999 hingga 2006, dan tren ini diperkirakan akan terus berlanjut setiap tahunnya. Dampak dari bertambahnya area perkebunan kelapa sawit di Indonesia mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah padatan yang berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (Dirjen Perkebunan, 2005). TKKS adalah limbah berbentuk padatan hasil dari pengolahan kelapa sawit oleh pabrik *crude palm oil* (CPO). TKKS dapat diproduksi dalam jumlah ratusan ton per hari selama proses pemurnian minyak sawit. Selulosa, hemiselulosa, dan lignin adalah komponen struktural utama dari TKKS (Simatupang, 2012). Unsur bahan yang baik untuk dijadikan karbon aktif adalah bahan yang memiliki unsur lignoselulosa. Karbon aktif diproduksi dengan pirolisis senyawa karbon berpori yang kaya akan atom karbon (Waluyo, 2017).

Perkembangan ilmu fisika material pada kehidupan saat ini sangatlah pesat dan beragam. Salah satu kajian fisika material yang dapat terus dikembangkan adalah sifat kelistrikannya. Bahan yang ditinjau sifat kelistrikannya dapat dikelompokkan sebagai bahan konduktor, dielektrik atau isolator, dan semi konduktor (Sidi, 2020). Dielektrik didefinisikan sebagai bahan dengan daya hantar listrik kecil yang dapat diabaikan atau tidak ada (Fauziah, 2014). Karena dielektrik tidak memungkinkan elektron bergerak dengan bebas melintasi material ketika terkena medan listrik, mereka dianggap sebagai isolator yang baik (Mujib, 2013). Dielektrik memainkan peran penting dalam banyak keberadaan teknologi dalam pembuatan kapasitor, khususnya kapasitor pelat sejajar (R, Banar Dwi, 2014).

Pada penelitian Hardi (2020), telah dilakukan pembuatan karbon aktif dari TKKS sebagai elektroda super kapasitor. Dalam penelitiannya dilakukan pembakaran sampel dengan suhu 400°C dengan pengaktifasian menggunakan larutan kalium hidroksida (KOH) pada suhu 800°C. Luas permukaan dari karbon

aktif TKKS yang diperoleh adalah 898,229 m²/g. Hasil yang diperoleh pada penelitiannya menandakan nilai luas permukaan TKKS cukup besar untuk meningkatkan nilai kapasitansi dalam pengaplikasiannya sebagai elektroda super kapasitor. Pada perhitungannya juga didapat nilai kapasitansi sebesar 107,83 F/g. Nilai ini cukup besar dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Aziz (2017) dengan nilai kapasitansi yang didapat sebesar 387,14 μ F yang meneliti tentang nilai kapasitansi karbon aktif yang terbuat dari cangkang kelapa sawit. Waluyo (2017) mengatakan dampak ukuran pori pada karakteristik kelistrikan prototipe baterai juga dipelajari. Dalam eksperimennya, ia menggunakan larutan H₃PO₄ dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% yang diaktivasi pada suhu 700°C selama 1 jam. Dengan konsentrasi 25%, ukuran porinya 5,43 μ m dan nilai kapasitansinya 5,88 mF/g.

Minyak dengan berbagai viskositas diukur konstanta dielektriknya pada frekuensi berkisar 100 Hz hingga 2000 Hz menggunakan kapasitor pelat sejajar (Arum, 2014). Pada penelitiannya, frekuensi pada rentang 100 Hz hingga 2000 Hz, nilai konstanta dielektrik dan kapasitansi minyak menurun seiring dengan meningkatnya frekuensi. Parnasari (2022) juga meneliti tentang pengukuran kapasitansi dan konstanta dielektrik pada TKKS. Pada penelitiannya dilakukan menggunakan bahan karbon aktif TKKS dengan memvariasikan pengkarbonan dengan suhu 500°C, 600°C, dan 700°C selama 1 jam. Tegangan disediakan oleh sumber *Alternating Current* (AC) dengan frekuensi 100 Hz hingga 2000 Hz. Beberapa penelitian telah disebutkan menunjukkan bahwa nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik turun dengan meningkatnya frekuensi. Dengan demikian, dilakukan penelitian menggunakan kapasitor pelat sejajar untuk menyelidiki karakteristik listrik dari karbon aktif TKKS. Karbon aktif TKKS berperan sebagai resistor dan juga kapasitor dengan pengukuran menggunakan sumber tegangan *Direct Current* (DC) untuk mengetahui nilai konduktivitas listrik karbon aktif TKKS dan juga sumber tegangan *Alternating Current* (AC) dengan variasi nilai frekuensi 10.000-100.000 Hz dengan rentang 10.000 Hz untuk mengetahui nilai permitivitas karbon aktif TKKS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian, maka rumusan masalah yang menjadi fokus dan diselesaikan dalam penelitian ini adalah

- a. Bagaimana nilai konduktivitas listrik karbon aktif TKKS?
- b. Bagaimana pengaruh variasi nilai frekuensi terhadap nilai permitivitas karbon aktif TKKS?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Pengukuran dilakukan pada rentang frekuensi 10.000-100.000 Hz dengan interval 10.000 Hz menggunakan *function generator*.
2. Dilakukan pengukuran pada suhu ruang tertutup.
3. Kapasitor yang digunakan merupakan kapasitor pelat sejajar.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui nilai konduktivitas listrik karbon aktif TKKS.
- b. Mengetahui pengaruh variasi nilai frekuensi terhadap nilai permitivitas karbon aktif TKKS.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan dalam penelitian selanjutnya. Khususnya di bidang fisika material dan eksperimen dengan mengetahui sifat listrik dari karbon aktif TKKS dengan melihat nilai konduktivitas listrik TKKS dan kebergantungan nilai permitivitas terhadap variasi nilai frekuensi.