

## KARAKTERISTIK GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK OLEH MATAHARI

Ulvia Khoirunisa Bisanti<sup>1</sup>, Sudarti<sup>2</sup>, Yushardi<sup>3</sup>

[230210102076@mail.unej.ac.id](mailto:230210102076@mail.unej.ac.id)<sup>1</sup>, [sudartilpm@yahoo.co.id](mailto:sudartilpm@yahoo.co.id)<sup>2</sup>, [yushardi.fkip@unej.ac.id](mailto:yushardi.fkip@unej.ac.id)<sup>3</sup>

Universitas Jember

### ABSTRACT

*This research aims to determine students' ability to understand the concept of characteristics of electromagnetic waves by students at the University of Jember. This qualitative research uses questions formed in a questionnaire. The questionnaire is a test containing 10 questions in questionnaire form and distributed via WhatsApp social media to respondents, namely Jember University students. Electromagnetic waves are a form of transverse waves or moving waves whose oscillations are perpendicular to the direction of the wave or propagation path and originate from a combination of a magnetic field (B) and an electric field (E) which can propagate in a vacuum or empty space. GEM or electromagnetic waves have a spectrum of different colors, including radar waves, microwaves, infrared rays, X rays, gamma rays, and also UV rays. In a vacuum, electromagnetic waves propagate at the same speed as the speed of light, namely  $3 \times 10^8$  m/s. Electromagnetic waves have important elements in them. These important elements or parts include wavelength, amplitude, frequency, speed. Electromagnetic sources are everywhere, the sun, stars, lights, and tornadoes are natural sources of electromagnetic waves. This journal discusses the characteristics of solar electromagnetic waves based on studies from international journals. This journal also discusses students' understanding of electromagnetic waves caused by the sun. The scores obtained by students in understanding the concept of the characteristics of electromagnetic waves caused by the sun are classified as very low because of the 10 questions, students can only answer 1 to 2 questions with the correct answer. For students who can answer 1 question correctly the percentage is 93%, for students who answer 2 questions correctly the percentage is 7%.*

**Keywords:** *Electromagnetic Wave, Concept Understanding, Jember University Student.*

### PENDAHULUAN

Fisika adalah salah satu ilmu pengetahuan sains yang mempelajari tentang alam semesta dan juga fenomena-fenomena yang terjadi di dalamnya. Produk fisika diantaranya adalah fakta, data, konsep, hukum, prinsip, aturan, teori, dan model. Fisika dapat dikatakan sebagai aktivitas (proses) riset dan pengkajian dengan menggunakan metode ilmiah yang mengandalkan keterampilan-keterampilan proses (observasi, berhipotesis, eksperimentasi, dan sebagainya). Salah satu materi fisika yang dapat dipelajari dan dianalisis dalam kehidupan sehari-hari adalah gelombang elektromagnetik.

Gelombang elektromagnetik merupakan bentuk dari gelombang melintang atau gelombang bergerak yang osilasinya tegak lurus terhadap arah gelombang atau jalur rambat dan berasal dari gabungan antara medan magnet (B) dengan medan listrik (E) yang dapat merambat dalam ruang hampa atau ruang kosong. GEM atau gelombang elektromagnetik mempunyai spektrum warna yang berbeda-beda, diantaranya adalah gelombang radar, gelombang mikro, sinar inframerah, sinar X, sinar gamma, dan juga sinar UV. Di dalam ruang hampa, gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan yang sama seperti kecepatan cahaya yaitu sebesar  $3 \times 10^8$  m/s. Gelombang elektromagnetik memiliki unsur-unsur penting didalamnya. Unsur-unsur atau bagian-bagian penting tersebut diantaranya adalah panjang gelombang, amplitudo, frekuensi, kecepatan. Dalam gelombang elektromagnetik memiliki sifat atau karakteristik bahwa panjang gelombang akan selalu berbanding terbalik dengan frekuensi gelombang. Oleh

karena itu, jika semakin besar panjang gelombangnya, maka akan semakin kecil frekuensi gelombangnya. Hal ini juga berlaku sebaliknya bahwa jika semakin besar frekuensinya maka akan semakin kecil panjang gelombangnya. Spektrum gelombang elektromagnetik yang kita ketahui mencakup rentang frekuensi yang lebar. Gelombang radio, sinyal televisi, sinar radar, cahaya tak terlihat, sinar-x dan sinar gamma merupakan contoh-contoh gelombang elektromagnetik. Sumber elektromagnetik ada dimana-mana, matahari, bintang, lampu, dan tornado merupakan sumber alamiah dari gelombang elektromagnetik. Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan. Cahaya tampak merupakan salah satu jenis GEM atau gelombang elektromagnetik. Cahaya tampak adalah cahaya yang dapat di deteksi atau dilihat oleh mata manusia. Setiap gelombang elektromagnetik memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Di dalam artikel ini akan membahas tentang tingkat pemahaman mahasiswa tentang karakteristik-karakteristik gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh matahari berdasarkan jurnal-jurnal internasional.

Pemahaman mahasiswa tentang konsep fisika dapat dilakukan dengan memperoleh nilai pemahaman mahasiswa yang sesuai dengan konsep materi dalam ilmu fisika. Tingkat pemahaman mahasiswa tentang materi atau konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari dapat dijadikan suatu penelitian kualitatif dengan metode kuisisioner. Dengan begitu, akan didapatkan suatu penilaian yang menunjukkan tingkat pemahaman seorang mahasiswa terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari.

Gelombang elektromagnetik yang disebabkan oleh matahari menghasilkan radiasi yang membahayakan bagi kehidupan sehari termasuk dalam aspek kesehatan baik bagi hewan, tumbuhan, maupun manusia. Radiasi bersifat sebagai pancaran energi yang berasal dari suatu materi dalam bentuk GEM atau gelombang elektromagnetik, partikel, ataupun panas. Menurut muatan listriknya, radiasi digolongkan menjadi dua macam. Pertama adalah radiasi pengion merupakan radiasi mempunyai tingkat frekuensi yang besar dengan rentang frekuensi 10<sup>15</sup> Hz ke atas seperti sinar-X dan tingkatan atasnya. Kedua yaitu radiasi non-pengion merupakan radiasi yang mempunyai tingkat frekuensi yang kecil hingga sedang dengan rentang frekuensi sebesar 10<sup>15</sup> Hz ke bawah seperti sinar UV dan tingkatan bawahnya.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kualitatif. metode deskriptif kualitatif merupakan suatu pendekatan atau penelusuran untuk mengeksplorasi dan memahami suatu gejala sentral. Tujuan dari metode ini yaitu untuk memahami pandangan individu, mencari, menemukan, menjelaskan proses, dan menggali informasi yang mendalam tentang subjek dan latar penelitian yang terbatas. Penelitian kualitatif ini dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner. Penelitian ini dilakukan dengan memberi tes berupa soal pilihan ganda yang berjumlah 10 buah. Soal tersebut terdiri dari 7 soal literasi dan 3 soal numerasi. Kuisisioner ini berfungsi untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari. Kuisisioner ini di sebarakan melalui media sosial WhatsApp secara online. Sampel yang digunakan yaitu mahasiswa Universitas Jember. Pemilihan subjek dilakukan secara purposif untuk mengetahui kemampuan representasi visual subjek penelitian yang dipilih.

Dalam melakukan penelitian kualitatif ini terdapat beberapa tahapan tahapan yang harus dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut dimulai dari kegiatan pendahuluan yaitu dengan menyusun suatu rancangan penelitian. Selanjutnya yaitu menentukan sampel yang

akan digunakan dalam penulisan artikel. Lalu, membuat pertanyaan-pertanyaan yang sesuai dengan konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari dengan jumlah 10 buah pertanyaan dengan 7 buah pertanyaan berupa literasi dan 3 buah pertanyaan berupa numerasi. Selanjutnya, melakukan pengumpulan data melalui kuisisioner berupa google form yang memuat pertanyaan-pertanyaan tersebut yang selanjutnya akan disebar kepada mahasiswa Universitas Jember. Kemudian, dilakukan analisis data hasil jawaban dari para responden. Mengetahui kemampuan mahasiswa Universitas Jember tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh matahari merupakan tujuan utama dari penelitian kualitatif ini. Terakhir adalah menarik kesimpulan.

Pemahaman mahasiswa tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh matahari dapat diperoleh mengidentifikasi data kuisisioner yang selanjutnya dilakukan suatu penilaian dan analisis di dalamnya untuk menghitung persentasenya. Penilaian dilakukan dengan menghitung besar nilai N dari masing-masing perolehan jawaban.

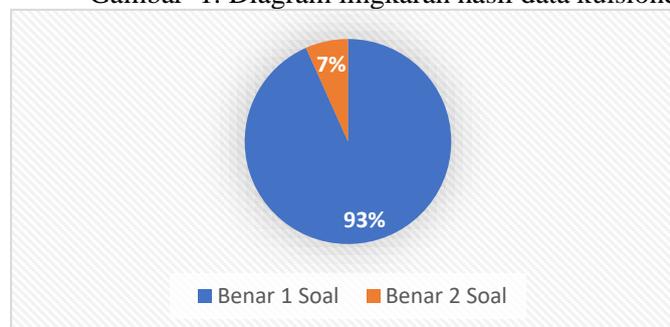
$$N = \frac{\text{jumlah skor yang didapatkan}}{\text{jumlah skor keseluruhan}} \times 100\%$$

Aturan atau dasar yang dapat dijadikan acuan untuk menganalisis data dari perolehan nilai yaitu jika  $66,68 \leq Z \leq 100$  maka termasuk dalam kriteria pemahaman tinggi. Jika  $33,34 \leq Z \leq 66,67$  maka termasuk dalam kriteria pemahaman sedang, dan jika  $0 \leq Z \leq 33,33$  maka termasuk dalam kriteria pemahaman rendah. Berdasarkan hasil analisis tes tentang kemampuan mahasiswa mengenai konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari dengan melalui kuisisioner dihasilkan data sebagai berikut:

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Penerapan Gotong Royong di Indonesia yang Multi Budaya

Gambar 1. Diagram lingkaran hasil data kuisisioner

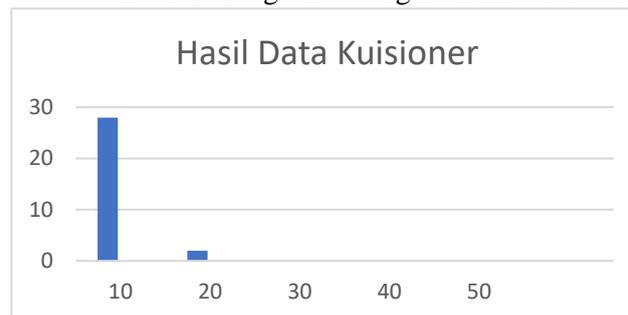


Penelitian kualitatif ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa Universitas Jember tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari yang dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner sebagai instrumen tesnya. Pertanyaan disebar kepada mahasiswa Universitas Jember berjumlah 10 pertanyaan dengan 7 pertanyaan berbentuk literasi dan 3 pertanyaan berbentuk numerasi. Pertanyaan-pertanyaan yang berada dalam kuisisioner tersebut sebagian berasal dari referensi soal ujian nasional dan sebagian lagi dibuat oleh peneliti dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan pada pertanyaan. Seluruh pertanyaan dalam kuisisioner disebar kepada mahasiswa dalam bentuk pilihan ganda melalui media sosial WhatsApp.

Analisis pemahaman konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari terhadap para responden yaitu mahasiswa UNEJ, diperoleh data dari 30 mahasiswa dari berbagai jurusan di Universitas Jember sebagai responden dalam penelitian kualitatif ini.

Dari diagram lingkaran diketahui bahwa tingkat pemahaman mahasiswa pada konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari tergolong dalam kriteria rendah. Skor yang didapat pemahaman mahasiswa terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari tergolong sangat rendah karena dari 10 soal mahasiswa hanya dapat mengerjakan 1 hingga 2 soal saja yang jawabannya benar. Untuk mahasiswa yang dapat menjawab 1 soal dengan benar memiliki persentase sebesar 93% dan untuk mahasiswa yang menjawab 2 soal dengan benar memiliki persentase sebesar 7%. Hal tersebut membuktikan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa Universitas Jember terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari masih tergolong sangat rendah.

Gambar 2. Diagram batang hasil nilai kuisisioner



Berdasarkan diagram batang tersebut dapat diketahui bahwa mahasiswa mendapatkan nilai yang tergolong sangat rendah. Mahasiswa hanya bisa menjawab 1 hingga 2 pertanyaan saja dengan benar. Dapat diketahui bahwa mahasiswa yang menjawab 1 pertanyaan dengan benar mendapatkan perolehan nilai N sebesar 10 poin dengan frekuensi 28 mahasiswa. Mahasiswa yang menjawab 2 soal dengan benar mendapatkan perolehan nilai N sebesar 20 poin dengan frekuensi 2 mahasiswa. Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari penyebaran kuisisioner kepada mahasiswa menunjukkan bahwa 7 pertanyaan pertama tergolong pertanyaan literasi dan 3 pertanyaan selanjutnya merupakan contoh pertanyaan numerasi. Dalam pertanyaan literasi, pada pertanyaan pertama hanya 11 mahasiswa yang dapat menjawab pertanyaan dengan benar dan 19 mahasiswa yang menjawab pertanyaan dengan salah. Pertanyaan kedua hanya bisa dijawab dengan benar oleh 12 mahasiswa dan dijawab salah oleh 18 mahasiswa. Pada pertanyaan ketiga hanya bisa dijawab benar oleh 10 mahasiswa dan dijawab salah oleh 20 mahasiswa. Dalam pertanyaan keempat hanya bisa dijawab benar oleh 12 mahasiswa dan dijawab salah oleh 18 mahasiswa. Pada pertanyaan kelima hanya bisa dijawab benar oleh 4 mahasiswa dan dijawab salah oleh 26 mahasiswa. Pertanyaan keenam hanya bisa dijawab benar oleh 7 mahasiswa dan dijawab salah oleh 23 mahasiswa dan Pada pertanyaan ketujuh hanya bisa dijawab benar oleh 8 mahasiswa dan dijawab salah oleh 22 mahasiswa.

Dalam pertanyaan numerasi, pada pertanyaan kedelapan hanya bisa dijawab benar oleh 6 mahasiswa dan dijawab salah oleh 24 mahasiswa. Dalam pertanyaan kesembilan hanya bisa dijawab benar oleh 4 mahasiswa dan dijawab salah oleh 26 mahasiswa. Pada pertanyaan terakhir atau pertanyaan kesepuluh hanya bisa dijawab benar oleh 8 mahasiswa dan dijawab salah oleh 22 mahasiswa. Halini menunjukkan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa terhadap pertanyaan literasi lebih besar daripada tingkat pemahaman mahasiswa tentang pertanyaan numerasi. Namun, dengan perolehan nilai keseluruhan yang sangat kecil, menunjukkan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa Universitas Jember tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari tergolong

sangat rendah. Hal ini dikarenakan rendahnya minat mahasiswa tentang membaca dan latihan soal literasi numerasi tentang gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh matahari.

Dalam jurnal-jurnal internasional, terdapat beberapa jurnal yang membahas tentang karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari. Metamaterial mewakili kelas menawan dari material rekayasa buatan, yang dibedakan berdasarkan susunan rumit komponen logam dan dielektrik subwavelength. Konfigurasi rumit ini memberikan perangkat ini kemampuan untuk beresonansi dengan gelombang elektromagnetik yang terjadi dalam spektrum frekuensi yang ditentukan secara tepat dan, dalam beberapa kasus, mencapai penyerapan yang mendekati sempurna, sering disebut sebagai penyerapan "sempurna" (Jahan et al., 2024). Konstruksi rasional antarmuka multi-fase dan struktur situs tersubstitusi hetero memiliki potensi luar biasa untuk memanfaatkan respons elektromagnetik (EM) yang dapat disesuaikan dan penyerapan gelombang EM yang menakjubkan. Hal ini sangat penting mengingat meningkatnya penekanan pada ilmu EMA tingkat lanjut, seperti teknologi siluman cerdas dan aplikasi di lingkungan yang baru berfungsi seperti suhu tinggi, lautan, atau kondisi radiasi (Xu et al., 2024).

Dalam penelitian A. L. Ivanov and L. V. Keldysh pada tahun 2023, menyelidiki perambatan gelombang elektromagnetik yang kuat dalam semikonduktor pita langsung setelah eksitasi resonansi dari rangsangan. Diasumsikan bahwa gelombang polariton yang diberikan melemah karena hamburan oleh fonon akustik longitudinal, dan kasus ini dianalisis ketika hamburan akibat penyerapan gelombang fonon oleh rangsangan jauh melebihi hamburan di mana rangsangan gelombang memancarkan fonon. Dengan menggunakan teknik diagram untuk proses nonequilibrium, diperoleh sistem persamaan untuk mendeskripsikan perilaku gelombang polariton awal, elektron yang tersebar, dan fonon yang tersebar. Restrukturisasi spektrum polariton dan fonon disertai dengan penurunan mendadak koefisien penyerapan gelombang elektromagnetik dipertimbangkan dalam kerangka model yang ditunjukkan Manipulasi rasional hibrida multi-logam dengan komposisi dan konstruksi yang dapat dikontrol berkembang sebagai strategi yang efektif untuk karakteristik elektromagnetik merdu (EM) dan penyerapan gelombang EM (EMW). Di sini, pendekatan etsa bi-orientasi baru diusulkan untuk mengatur komposisi kimia dan konstruksi hibridisasi hibrida Zn/Co, sehingga memenuhi interaksi sinergis antara beragam komposisi untuk penyerapan EMW yang sangat tinggi (Ren et al., 2023).

Kunci untuk mengatasi polusi elektromagnetik (EM) yang semakin parah adalah dengan mengeksplorasi bahan penyerap gelombang EM yang berkelanjutan, mudah disiapkan, dan hemat biaya dengan kemampuan penyerapan yang luar biasa. Di sini, alih-alih berlabuh pada bahan karbon dalam satu lapisan, mikrosfer mirip bunga MoS<sub>2</sub> ditumpuk pada permukaan lembaran nano karbon berpori (C) yang berasal dari kulit jeruk bali untuk membuat nanokomposit MoS<sub>2</sub>@C dengan proses solvotermal yang mudah. Nanokomposit MoS<sub>2</sub>@C yang telah disiapkan akan menjadi kandidat prospektif baru untuk penyerap EM berkelanjutan dengan kinerja penyerapan gelombang EM yang unggul (Zhao et al., 2023). Dibandingkan dengan bahan serapan lainnya, bahan komposit multikomponen CNT menjadi semakin signifikan dalam pembuatan bahan serapan gelombang elektromagnetik berkinerja tinggi karena keunggulan dielektrik-magnetiknya yang unik. Dalam penelitian tersebut, Sun dkk menggunakan pemanasan dan disintegrasi garam amina organik untuk mencapai restorasi oksida sambil menurunkan tabung nano karbon, menyiapkan material komposit Co/Cu/CrN/CNT dengan kinerja yang sangat baik. Akibat proses annealing, CrN berbentuk ramping menempel merata pada permukaan

tabung nano karbon. Bahan tersebut membentuk antarmuka yang kaya dan karakteristik pencocokan impedansi yang baik, sehingga mewujudkan kinerja penyerapan gelombang elektromagnetik yang sangat baik dari bahan tersebut (Sun et al., 2023).

Mekanisme kehilangan dielektrik/magnet tunggal dan kehilangan polarisasi yang tidak valid merupakan permasalahan krusial yang membatasi eksploitasi bahan serapan gelombang elektromagnetik (EMW) multi-komponen, khususnya bahan serapan berbasis Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub>MXene. Penelitiannya mengedepankan strategi regulasi sinergis baru dari polarisasi dual-loss dielektrik-magnetik dan triple heterointerface melalui MXene magnetik untuk penyerapan EMW berkinerja tinggi, yang dapat memberi cahaya baru pada pembuatan bahan penyerapan kerugian sinergis multi-komponen (Sun et al., 2022). Komposit Ni-Co/PC dibuat dengan memasukkan unsur logam Co dengan prekursor Ni-MOF/PC. Kemudian serangkaian komposit bimetal/PC Ni-Co dibuat melalui pelapisan polianilin, reaksi oksidasi, dan reaksi vulkanisasi. Ditemukan bahwa reaksi vulkanisasi adalah jalur terbaik untuk kinerja penyerapan gelombang elektromagnetik produk. Komposit NiCo<sub>2</sub>S<sub>4</sub>/PC adalah penyerap gelombang elektromagnetik yang ideal karena konduktivitas listriknya yang sangat baik, permukaan yang kaya, dan kemampuan redaman yang tinggi (Jia et al., 2022).

Permintaan peredam gelombang elektromagnetik (EMW) terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dalam bidang elektronik yang dapat dipakai dan aplikasi militer. Dalam studi ini, diusulkan strategi baru untuk mengatasi kelemahan peredam arus dengan menggunakan kontribusi kerangka polimer fungsional dan cairan dengan sifat penyerapan EMW yang kuat (Zhao et al., 2022). Peredam gelombang EM kerugian dielektrik dan menyelidiki mekanisme kerugian yang mendasarinya sangat penting untuk mengungkap perilaku redaman gelombang EM material dan memandu desain material kerugian dielektrik yang baru. Namun, penelitian saat ini lebih fokus pada sintesis material daripada studi mekanisme yang mendalam. Di sini, pandangan komprehensif mengenai mekanisme kerugian dielektrik termasuk polarisasi antarmuka, polarisasi dipolar, kerugian konduktif, dan polarisasi akibat cacat disediakan (Qin et al., 2022).

Kandungan talk pada tepung dapat diketahui dengan mengukur takarannya karakteristik sinar  $\gamma$  yang dihasilkan oleh hamburan inelastis dan reaksi penangkapan radiasi antara neutron 14,1 MeV dan bedak. Generator neutron D-T digunakan untuk menyinari sampel selama 4000 detik, dan detektor NaI(Tl) 3 inci digunakan untuk mengukur prompt  $\gamma$  sinar sampel tepung untuk mendapatkan spektrum  $\gamma$  yang cepat (Xu X et al., 2021). Dalam kondisi alami, tanaman terkena radiasi ultraviolet matahari (UV), yang merusak DNA kromosom. Meskipun respons tanaman terhadap kerusakan DNA akibat sinar UV baru-baru ini telah dijelaskan secara rinci, mengungkapkan serangkaian mekanisme perbaikan DNA dan sintesis translesi (TLS), informasinya terbatas saat ini tersedia pada mutasi yang diinduksi UV pada tanaman (Nakamura et al., 2021).

Pengembangan nanopartikel organik yang berfluoresensi inframerah-dekat, terutama pada jendela inframerah-dekat kedua (NIR-II), meningkatkan pencitraan fluoresensi in vivo karena penetrasi yang lebih dalam dan lebih tinggi resolusi spasialtemporal (Min X et al., 2021). Studi ini mengeksplorasi efek pemanasan frekuensi radio (RF, 27,12 MHz, 3 kW). Penggantian tahap pertama (celah elektroda 120, 140 dan 160 mm) atau/dan tahap kedua (95 mm) pemanasan penangas air terhadap distribusi air dan karakteristik struktur ikan mas rumput gel protein miofibrillar. Pemanasan RF (140 mm) meningkatkan distribusi air dan struktur karakteristik gel, yang memberikan informasi dasar untuk gel surimi pemanas RF (Wang L et al., 2021). Dalam penelitian ini, hidroksida ganda berlapis

nikel/kobalt (NiCo-LDH) seperti bunga disintesis dan dicampur dengan MXene bersisik untuk mendapatkan serangkaian hibrida NiCo-LDH/MXene. Hibrida NiCo-LDH/MXene dengan kinerja penyerapan gelombang elektromagnetik (EMW) yang sangat baik diperoleh dengan menyesuaikan beban MXene dalam campuran (Gao et al., 2021). Integrasi metasurface dan metamaterial terstruktur subwavelength pada blok bangunan kanonik pandu gelombang optik secara bertahap membentuk kembali lanskap sirkuit terpadu fotonik, sehingga memunculkan banyak pandu gelombang meta dengan kekuatan yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam mengendalikan gelombang elektromagnetik terpandu (Meng et al., 2021).

Sangatlah penting bagi perancang penyerap untuk memahami dengan benar pencocokan impedansi dan metode penghitungan terkait, karena efek pencocokan impedansi yang sangat baik merupakan prasyarat penting bagi penyerap untuk mengonsumsi gelombang elektromagnetik (EMW) (Wang et al., 2021). Efek kulit dan kepadatan tinggi adalah alasan utama yang membatasi pencarian bahan penyerap gelombang elektromagnetik (EM) berbasis logam yang ringan dan berkinerja tinggi (Qin et al., 2021). Untuk mengatasi polusi elektromagnetik, komposit CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/C/PANI dikembangkan melalui jalur hijau, yang dibuat dengan spinel oksida logam, karbon grafit, dan komposit polimer konduktif (Hou et al., 2021). Spons graphene oxide (rGO) tereduksi menunjukkan kinerja penyerapan elektromagnetik (MA) yang menarik dalam rentang frekuensi tinggi. Hal ini berkontribusi pada pencocokan impedansi yang sangat baik dan kehilangan dielektrik yang kuat. Metamaterial piramida frustum ringan ini sangat menjanjikan dalam penerapan perlindungan elektromagnetik broadband (Sun et al., 2021). Bahan penyerap gelombang elektromagnetik (EM) yang ringan dan murah sangat dibutuhkan, karena polusi interferensi EM semakin serius. Bahan karbon sebagai penyerap EM semakin menarik perhatian. Namun daya serapnya masih terbatas. Kinerja penyerapan gelombang EM yang sangat baik disebabkan oleh struktur berserat berongga hierarki mikro-ke-nano, serta efek sinergis dari relaksasi polarisasi dan kehilangan magnet (Yang et al., 2020). Penelitian ini berkaitan dengan persiapan nanokomposit polimer 2D MXene (Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub>) yang baru dan hemat biaya untuk pelemahan interferensi elektromagnetik (EMI). Nanokomposit MXene-PVDF yang dibuat dapat menjadi kandidat potensial untuk bahan pelindung EMI dan menjanjikan pemanfaatan elektronik multifaset (Rajavel et al., 2020). Dalam artikel yang ditulis oleh Zhang dkk, dijelaskan bahwa metasurfaces adalah permukaan rekayasa yang terdiri dari elemen periodik sub-panjang gelombang dan dapat digunakan untuk memanipulasi gelombang elektromagnetik. Perangkat meta elektromagnetik multifungsi atau dapat dikonfigurasi ulang berdasarkan sistem biasing arus searah dapat dibuat menggunakan komponen elektronik yang disatukan (Zhang et al., 2020).

Mengembangkan material serapan gelombang mikro dengan karakter broadband dan ringan sangatlah penting. Namun, masih merupakan tantangan besar bagi biomassa berkarbonisasi tanpa memuat partikel magnetik untuk menutupi frekuensi gelombang mikro yang luas. Di sini, diusulkan untuk mengkarbonisasi waxberry kering beku untuk memanfaatkan sepenuhnya struktur gradien hierarki alaminya untuk menargetkan penyerapan gelombang mikro pita ultrabroad (Sun et al., 2019). Metasurfaces adalah metamaterial ultra tipis yang terdiri dari struktur mikro elektromagnetik planar (EM) (misalnya meta-atom) dengan respons EM yang telah ditentukan sebelumnya dan disusun dalam urutan tertentu. Berdasarkan desain struktural yang cermat pada meta-atom dan rangkaian global, seseorang dapat mewujudkan permukaan meta yang homogen dan tidak

homogen yang dapat memiliki kemampuan luar biasa untuk memanipulasi gelombang EM, yang berfungsi sebagai kandidat ideal untuk mewujudkan perangkat EM ultrakompak dan sangat efisien untuk optik integrasi generasi mendatang (Sun et al., 2019). Dengan elemen aktif yang dimasukkan ke dalam desain metasurface, seseorang dapat mewujudkan perangkat meta yang dapat disetel dan/atau dikonfigurasi ulang dengan fungsi yang dikendalikan oleh rangsangan eksternal, membuka platform baru untuk memanipulasi gelombang EM secara dinamis (He et al., 2019). Pentingnya struktur berpori hierarki (terutama struktur makropori) dalam meningkatkan penyerapan EMW. Strategi sintesisnya ramah lingkungan, berbiaya rendah, terukur, dan dapat digunakan untuk mensintesis peredam komposit lain yang sangat efisien (Song et al., 2019).

Penelitian kualitatif ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa Universitas Jember tentang materi fisika yaitu pada konsep karakteristik GEM atau gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh matahari. Gelombang elektromagnetik (GEM) memiliki sifat atau karakteristik bahwa panjang gelombang akan selalu berbanding terbalik dengan frekuensi gelombang. Oleh karena itu, jika semakin besar panjang gelombangnya, maka akan semakin kecil frekuensinya. Hal ini juga berlaku sebaliknya bahwa jika semakin besar frekuensinya maka akan semakin kecil panjang gelombangnya. Pemahaman mahasiswa tentang konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari dapat diketahui dengan menguji kemampuan mahasiswa tentang konsep gelombang elektromagnetik yang dihasilkan matahari. Selain menguji tentang pemahaman mahasiswa tentang karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari, penelitian ini juga dapat menguji kemampuan berpikir kritis para mahasiswa.

Berdasarkan hasil perolehan nilai pada kuisioner, didapatkan bahwa kemampuan pemahaman mahasiswa terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari masih tergolong rendah. Oleh karena itu, diharapkan untuk para mahasiswa agar selalu melatih kemampuannya dengan mengerjakan soal-soal latihan dan membaca buku tentang gelombang elektromagnetik. Hal tersebut penting dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman suatu konsep fisika pada mahasiswa dan juga dapat menambah wawasan mahasiswa tentang materi fisika tentang karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari.

## **KESIMPULAN**

Pemahaman mahasiswa tentang konsep fisika dapat dilakukan dengan memperoleh nilai pemahaman mahasiswa yang sesuai dengan konsep materi dalam ilmu fisika. Tingkat pemahaman mahasiswa tentang materi atau konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari dapat dijadikan suatu penelitian kualitatif dengan metode kuisioner. Dengan begitu, akan didapatkan suatu penilaian yang menunjukkan tingkat pemahaman seorang mahasiswa terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari. Kemampuan pemahaman konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari tergolong sangat rendah karena dari 10 soal mahasiswa hanya dapat mengerjakan 1 hingga 2 soal saja yang jawabannya benar. Untuk mahasiswa yang dapat menjawab 1 soal dengan benar memiliki persentase sebesar 93% dan untuk mahasiswa yang menjawab 2 soal dengan benar memiliki persentase sebesar 7%. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap konsep karakteristik gelombang elektromagnetik oleh matahari tergolong sangat rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. L. Ivanov and L. V. Keldysh. 2023. Restructuring of polariton and phonon spectra of a semiconductor in the presence of a strong electromagnetic wave. *Journal of Selected Papers of Leonid V Keldysh*. 1 (1) : 159-169. [https://doi.org/10.1142/9789811279461\\_0025](https://doi.org/10.1142/9789811279461_0025)
- Chunhua Sun, Zirui Jia, Shuang Xu, Dongqi Hu, Chuanhui Zhang, Guanglei Wu. 2022. Synergistic regulation of dielectric-magnetic dual-loss and triple heterointerface polarization via magnetic MXene for high-performance electromagnetic wave absorptio. *Journal of Materials Science & Technology*. 2022 Jun 20. 113 (1) : 128-147.
- Jia Zhao, Zhe Gu & Qingguo Zhang. 2023. Stacking MoS<sub>2</sub> flower-like microspheres on pomelo peels-derived porous carbon nanosheets for high-efficient X-band electromagnetic wave absorption. *Journal of Nano Rresearch*. 2023 Sep 18. 17 (1) : 1607–1615.
- Krishnamoorthy Rajavel, Suibin Luo, Yanjun Wan, Xuecheng Yu, Yougen Hu, Pengli Zhu, Rong Sun, Chingping Wong. 2020. 2D Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> Mxene / polyvinylidene fluoride (PVDF) nanocomposites for attenuation of electromagnetic radiation with excellent heat dissipation. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 129 (1). Feb 2020. 105693
- Lifu Sun, Qianqian Zhu, Zirui Jia, Zhiqiang Guo, Wanru Zhao, Guanglei Wu. 2023. CrN attached multi-component carbon nanotube composites with superior electromagnetic wave absorption performance. *Journal of Carbon*. 2023 May. 208 (1) : 1-9.
- Min X, Zhang J, Li RH, Xia F, Cheng SQ, Li M, Zhu W, Zhou W, Li F, Sun Y. 2021. Encapsulation of NIR-II AIEgens in Virus-like Particles for Bioimaging. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2021 Apr 21;13(15):17372-17379. doi: 10.1021/acsami.1c02691. PMID: 33834757
- Ming Qin, Limin Zhang, Xiaoru Zhao, Hongjing Wu. 2021. Lightweight Ni Foam-Based Ultra-Broadband Electromagnetic Wave Absorber. 2021 May 18. 31 (30). 2103436.<https://doi.org/10.1002/adfm.202103436>. Citations: 172.
- Ming Qin, Limin Zhang, Hongjing Wu. 2022. Dielectric Loss Mechanism in Electromagnetic Wave Absorbing Materials. 2022 Feb 7. 9 (10). 2105553. <https://doi.org/10.1002/advs.202105553>. Citations: 240
- Minglong Yang, Ye Yuan, Ying Li, Xianxian Sun, Shasha Wang, Lei Liang, Yuanhao Ning, Jianjun Li , Weilong Yin , Renchao Che , Yibin Li. 2020. Dramatically enhanced electromagnetic wave absorption of hierarchical CNT/Co/C fiber derived from cotton and metal-organic-framework. *Journal of Carbon*. 161 (1) : 517-527.
- Mst Ishrat Jahan, Mohammad Rashed Iqbal Faruque, K.S. Al-Mugren. 2024. Polarization-incident angle independent metamaterial wave absorber for enhanced electromagnetic energy harvesting in ultraviolet-B, visible spectrum, and near-infrared frequency range. *Journal home page for Materials Today Communications*. 2024 March. 38 (1). 108229.
- Nakamura M, Nunoshiba T, Hiratsu K. *Biochem*. 2021. Detection and analysis of UV-induced mutations in the chromosomal DNA of Arabidopsis. *Biophys Res Commun*. 2021 May 21;554:89-93. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.03.087. PMID: 33784511
- QIONG HE, SHULIN SUN, AND LEI ZHOU. 2019. Tunable/Reconfigurable Metasurfaces: Physics and Applications. *Research : A Science Partner Journal*. 2019 Jul 7. Vol 2019. DOI: 10.34133/2019/1849272. PMID: 1849272
- Shulin Sun, Qiong He, Jiaming Hao, Shiyi Xiao, and Lei Zhou. 2019. Electromagnetic metasurfaces: physics and applications. *Advances in Optics and Photonics*. 11 (2) : 380-479. <https://doi.org/10.1364/AOP.11.000380>
- Tao Wang, Geng Chen, Jiahao Zhu, Hang Gong, Limin Zhang, Hongjing Wu. 2021. Deep understanding of impedance matching and quarter wavelength theory in electromagnetic wave absorption. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2021 August. 595 (1) : 1-5.
- Tianqi Hou, Zirui Jia, Ailing Feng, Zehua Zhou, Xuehua Liu, Hualiang Lv, Guanglei Wu. 2021. Hierarchical composite of biomass derived magnetic carbon framework and phytic acid doped polyaniline with prominent electromagnetic wave absorption capacity. *Journal of Materials Science & Technology*. 2021 March 30. 68 (1) : 61-69.

- Tongtong Xu, Jun Li, Dongpeng Zhao, Zhengyu Zhang, Xilong Li, Juan Cui, Xiping Chen, Guangai Sun, Zhongxiang Zhou. 2024. Synchronous manipulation of heterointerfaces and atomic hybrids in bimetallic MAX phase composites for advanced electromagnetic wave absorption. *Composites Part B: Engineering*. 2024 Feb 15. 271 (1). 111148.
- Wang L, Wang X, Ma J, Yang K, Feng X, You X, Wang S, Zhang Y, Xiong G, Wang L, Sun W. 2021. Effects of radio frequency heating on water distribution and structural properties of grass carp myofibrillar protein gel. *Food Chem*. 2021 May 1;343:128557. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128557. PMID: 33199125
- Xianxian Sun, Minglong Yang, Shuang Yang, Shasha Wang, Weilong Yin, Renchao Che, Yibin Li. 2019. Ultrabroad Band Microwave Absorption of Carbonized Waxberry with Hierarchical Structure. 2019 Sep 3. 15 (43). 1902974. <https://doi.org/10.1002/sml.201902974>.
- Xianxian Sun, Yibin Li, Yixing Huang, Yuanjing Cheng, Shasha Wang, Weilong Yin. 2021. Achieving Super Broadband Electromagnetic Absorption by Optimizing Impedance Match of rGO Sponge Metamaterials. *Journal of Advanced Functional Materials*. 2021 Oct 22. 32 (5). 2107508. <https://doi.org/10.1002/adfm.202107508>. Citations: 72.
- Xin Ge Zhang, Wei Xiang Jiang, Hao Lin Jiang, Qiang Wang, Han Wei Tian, Lin Bai, Zhang Jie Luo, Shang Sun, Yu Luo, Cheng-Wei Qiu & Tie Jun Cui. 2020. An optically driven digital metasurface for programming electromagnetic functions. *Nature Electronics*. 2020 March 16. 3 (1) : 165–171.
- Xiuyun Ren, Yihe Song, Zhenguo Gao, Yalan Wu, Zirui Jia, Guanglei Wu. 2023. Rational manipulation of composition and construction toward Zn/Co bimetal hybrids for electromagnetic wave absorption. *Journal of Materials Science & Technology*. 2023 Jan 20. 134 (1) : 254-261.
- Xu X, Lu J, Chang Y, Tang W, Sun Y, Zhao L, Liu J, Li C, Li X, Zheng R, Wang. 2021. Measurement of talc in flour by the prompt-gamma ray neutron activation analysis method. *Y.Appl Radiat Isot*. 2021 Dec;178:109932.doi:10.1016/j.apradiso.2021.109932. Epub 2021 Sep 10. PMID: 34598039
- Xuran Gao ,Zirui Jia ,Bingbing Wang ,Xiaomeng Wu ,Tong Sun ,Xuehua Liu ,Qingguo Chi ,Guanglei Wu. 2021. Synthesis of NiCo-LDH/MXene hybrids with abundant heterojunction surfaces as a lightweight electromagnetic wave absorber. *Chemical Engineering Journal*.419 (1). 2021 Sep. 130019.
- Yuan Meng, Yizhen Chen, Longhui Lu, Yimin Ding, Andrea Cusano, Jonathan A. Fan, Qiaomu Hu, Kaiyuan Wang, Zhenwei Xie, Zhoutian Liu, Yuanmu Yang, Qiang Liu, Mali Gong, Qirong Xiao, Shulin Sun, Minming Zhang, Xiaocong Yuan, Xingjie Ni. 2021. Optical meta-waveguides for integrated photonics and beyond. *Light: Science & Applications*. Light: Science & Applications. 2021. 2021 Sep 22. 10 ( 235).
- Zhiming Song, Xiaofang Liu, Xin Sun, Ya Li, Xiaoyu Nie, Wukui Tang, Ronghai Yu, Jianglan Shui. 2019. Alginate-templated synthesis of CoFe/carbon fiber composite and the effect of hierarchically porous structure on electromagnetic wave absorption performance. *Journal of Carbon*. 151 (1) : 36-45.
- Zirui Jia, Xiaoyi Zhang, Zheng Gu & Guanglei Wu. 2022. MOF-derived Ni-Co bimetal/porous carbon composites as electromagnetic wave absorber Research. *Journal of Advanced Composites and Hybrid Materials*. 2022 Dec 29. 6 (28).
- Zehao Zhao, Limin Zhang, Hongjing Wu. 2022. Hydro/Organo/Ionogels: “Controllable” Electromagnetic Wave Absorbers. 2022 Sep 6. 34 (43). 2205376. <https://doi.org/10.1002/adma.202205376>