

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Ketersediaan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil makin menipis sehingga perlu dicari sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang melimpah dan ramah lingkungan adalah matahari (Rahayu dkk, 2021). Sel surya atau sel fotovoltaik merupakan teknologi yang memanfaatkan sumber energi sinar matahari yang dapat mengkonversi energi cahaya (foton) sinar matahari menjadi energi listrik (Chien dkk., 2018).

Indonesia sebagai negara tropis yang hanya memiliki dua musim saja setiap tahunnya yaitu musim kemarau dan musim hujan. Sementara itu faktor geografis Indonesia yang dilintasi garis khatulistiwa menjadi nilai lebih karena hampir di sepanjang tahun selalu di sinari matahari secara langsung (Febrianti dkk, 2017). Hal tersebut dapat dijadikan opsi terbaik, mengingat sinar matahari ini memiliki radiasi yang berupa energi sebagai bahan bakar bagi *solar cell* untuk dikonversi menjadi energi listrik. Namun, fabrikasi panel listrik surya pada saat ini masih terkendala oleh beberapa hal, salah satunya biaya yang masih cukup mahal. Akan tetapi teknologi *photovoltaic* merupakan sistem yang sudah sangat maju dalam bidang energi surya sebagai sebuah energi alternatif dan terbarukan. Nama lain dari sel surya ini ialah *Photovoltaic device* memiliki kemampuan untuk mengkonversi foton dari energi surya menjadi energi listrik, berdasarkan pada celah pita energi semikonduktor, dye dan elektrolit (Matsumoto, 2011). *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* merupakan istilah yang mudah diingat untuk photovoltaic alternatif ini. *DSSC* ini merupakan Perkembangan sel surya sudah berada pada generasi ketiga.

Umumnya sel surya dapat dibagi menjadi tiga generasi. Silikon kristal dan sel surya film tipis adalah dua generasi pertama. Namun pada generasi pertama dan kedua terlalu rumit dan tidak sesuai untuk dapat diproduksi lingkup kecil (Chien dkk., 2018). Di sisi lain, sel surya generasi ketiga, seperti *DSSC*

dibandingkan dengan sel surya generasi sebelumnya lebih tipis, fleksibel, dan ramah lingkungan serta dapat menerima berbagai kondisi pencahayaan (Jacoby, 2016).

DSSC merupakan salah satu pengaplikasian energi alternatif berkelanjutan (Setiawan dkk., 2015). *DSSC* disebut juga sel surya polimer atau sel surya fotoelektrokimia (Maulana, 2021). *DSSC* terdiri dari dua komponen utama, elektroda lawan dan fotoanoda. Elektroda lawan berfungsi sebagai kaca konduktif yang terdegradasi dengan platina, fotoanoda berfungsi sebagai kaca konduktif yang dilapisi film TiO_2 , zat pewarna atau pemeka, dan larutan elektrolit yang terdiri dari pasangan redoks I^-/I_3^- (Thomas., dkk 2014). Demikian setiap komponen *DSSC* perlu diteliti dan dikembangkan agar mendapatkan material yang baik (Sunarya, 2020). Salah satu pengembangan material *DSSC* yaitu pada pada zat pemeka.

Ruthenium adalah katalis berperan sebagai zat pemeka sintesis yang baik untuk meningkatkan efisiensi sel surya (Chae, Kim, Kim, & Kang, 2010). Penyerapan ruthenium dalam penelitian sebelumnya memiliki puncak penyerapan pada kisaran panjang gelombang 300-600 nm. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian M. Gratzel tahun 2003 (Grätzel, 2003, Khatibi dkk., 2019, dan Yoneda dkk., 2013), sehingga ruthenium dapat menyerap cahaya pada rentang panjang gelombang cahaya tampak (*visible*) (Hardani dkk, 2020). Kelangkaan zat pemeka berbasis ruthenium membatasi aplikasi *DSSC* yang luas (Hamman dkk, 2008). Zat pemeka organik juga menarik perhatian besar karena sebagai pengganti zat pemeka sintesis yang biayanya yang murah, kemudahan sintesis, dan modifikasi dengan koefisien penyerapan yang tinggi dan stabilitas yang menjanjikan (Yen dkk, 2012). Namun, *DSSC* berdasarkan zat pemeka organik menunjukkan kinerja sel yang bervariasi mulai dari yang sangat buruk hingga yang tinggi sebagai hasil dari sedikit modifikasi pada struktur molekul. Penelitian dengan zat pemeka ekstrak buah naga yang mengandung antosianin memberikan nilai panjang gelombang 530 nm (Eliyana dkk., 2020). Hal tersebut menandakan zat pemeka senyawa alami memiliki puncak penyerapan pada rentang panjang gelombang

cahaya tampak. Jenis senyawa tersebut terdapat dapat digunakan sebagai permanen cahaya (*sensitizer*) sebagai pengganti warna *ruthenium bipyridyl*, N179, dan N3 (Smith dkk., 2013). Selain itu penelitian yang menganalisis efisiensi kerja *DSSC* pernah dilakukan menggunakan zat pemeka alami ekstrak buah merah. Hasilnya didapat daya 9 0,05 W dengan besar arus 2,6 mA, dan tegangan 0,02 mV dari pengujian *DSSC* memakai ekstrak buah merah (Dahlan., 2022).

Pada jurnal terdahulu menunjukan bahwa zat pemeka yang baik yang memiliki daerah spektrum ungu yang memiliki nilai serapan 380-450 nm (Maddu dkk, 2007:27). Selain memiliki karakteristik penyerapan panjang gelombang yang setara, juga memiliki hubungan yang baik dengan TiO_2 . Celah pita semikonduktor TiO_2 mampu menyerap foton sampai 390 nm. Berdasarkan hubungan antara semikonduktor TiO_2 dengan zat pemeka *DSSC* diperlukan perkembangan zat pemeka yang organik. Daun handeuleum atau daun ungu/wangu (*Graptophyllum pictum*) merupakan daun berwarna ungu kehijau (Amelia dkk., 2019). Salah satunya sebagai antioksidan yang didalamnya terdapat antosianin karena memiliki 1 puncak pada λ 533 nm, dan hasil uji stabilitas *isolate stabile* pada pH 6 (Latifah., 2018). Besar serapan dari daun handeuleum medekati besar serapan TiO_2 terhadap foton dan berada pada serapan panjang gelombang cahaya tampak. Hasil uji penelitian sebelumnya *DSSC* daun handeuleum berdasarkan lama perendaman zat pemeknya memberikan hasil nilai tegangan (200-250 mV) (Jaya, 2020). Selain zat warna ungu daun handeuleum memiliki zat hijau daun (klorofil). Senyawa klorofil bersifat reaktif terhadap cahaya sehingga mampu membantu tanaman mendapatkan energi dari cahaya matahari (Maulana., 2021).

DSSC menjadi salah satu materi yang perlu diketahui untuk meningkatkan pemahaman terhadap kebutuhan sumber energi. Namun untuk mempelajari materi ini perlu adanya pengembangan pembelajaran dan pengamatan *DSSC* (Chien dkk., 2018). Tantangan ini dapat diatasi dengan suatu inovasi dalam kegiatan pembelajaran. Pembelajaran ini termasuk kedalam lingkup pendidikan sains. Pendidikan sains merupakan sebuah upaya untuk membangun pengetahuan, menumbuhkan rasa ingin tahu, dan mengembangkan kemampuan kerja ilmiah

(Barlia,2014). Hasil pengamatan yang dilakukan selama praktikum menunjukkan bahwa mahasiswa seringkali tidak memahami praktikum. Hal ini disebabkan karena praktikum yang tidak sejalan dengan apa yang diajarkan di kuliah. Mahasiswa tidak dapat menggunakan teori yang telah mereka pelajari untuk menyelesaikan masalah di dunia nyata. Media pembelajaran sebagai alat bantu pendidik dalam mengkomunikasikan materi kepada peserta didik dan membantu peserta didik memahami materi dan aplikasinya (Putra dkk, 2016). Media pembelajaran yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah dapat berupa lembar kerja. Lembar kerja adalah bahan ajar yang membantu pendidik dalam pelaksanaan pembelajaran (Astuti & Setiawan, 2013). Lembar kerja terdiri dari tahapan kegiatan belajar yang dilengkapi prosedur kegiatan belajar, materi singkat dan soal-soal latihan (Safitri dkk., 2018). Lembar kerja yang digunakan dalam suatu praktikum dapat mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami menganalisis suatu percobaan, dan menemukan konsep materinya serta meningkatkan kinerja ilmiah (Rahmatullah., 2019). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja ilmiah mahasiswa adalah melalui metode praktikum (Rusmiati & Nursa'adah, 2016). Dengan demikian dibutuhkan suatu lembar kerja untuk memahami konsep materinya. Lembar kerja dalam suatu metode ilmiah dapat disebut sebagai lembar kerja ilmiah.

Kerja ilmiah merupakan kemampuan yang mutlak dimiliki oleh siswa dalam proses pendidikan terutama pendidikan sains, karena kerja ilmiah melatih siswa untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta untuk melanjutkan studi (Encep dkk, 2020). Kerja ilmiah melatih siswa untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta untuk melanjutkan studi (Rustaman, 2019). Kinerja ilmiah mencakup keterampilan proses sains, baik secara kognitif maupun psikomotor, yang bertujuan untuk mengembangkan sikap ilmiah, keterampilan proses, dan pemahaman konsep mahasiswa (Emda, 2017). keterampilan proses sains merupakan keterampilan dasar yang penting bagi peserta didik agar dapat menerapkan metode ilmiah yang melibatkan kemampuan peserta didik

berdasarkan fenomena yang terjadi sehingga mampu untuk menemukan suatu konsep, teori, prinsip hukum ataupun fakta dalam mencapai pemahaman konsep dengan berpartisipasi langsung dalam sebuah eksperimen atau percobaan (Harso & Fernandez, 2019). Keterampilan proses sains adalah kemampuan untuk mengamati, mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyimpulkan hasil penelitian (Arwan dkk., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut praktikum pembuatan sel surya zat pemeka organik pada mata kuliah konservasi energi materi *Solar Cell* berbantuan lembar kerja ilmiah perlu direvisikan. Kebaruan dari penelitian ini berupa lembar kerja ilmiah dan zat pemeka *DSSC*. Pertama kebaruan pada lembar kerja ilmiah pada praktikum pembuatan sel surya zat pemeka daun handeuleum, dan kebaruan penggunaan zat pemeka daun handeuleum berdasarkan perbedaan sintesinya. Daun handeuleum sebagai zat pemeka alternatif karena memiliki kandungan antosianin dan klorofil pada bagian daunnya. Tumbuhan ini sangat melimpah di Indonesia salah satunya di daerah Bandung pada dataran tinggi dan pertumbuhannya sangat cepat. Adapun judul penelitian ini yang akan dilakukan adalah **“Pengembangan Lembar Kerja Ilmiah Pada Praktikum Pembuatan Sel Surya Zat Pemeka Daun Handeuleum (*Graptophyllum pictum*)”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil uji validasi lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)?
3. Bagaimana tampilan lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)?

4. Bagaimana hasil kerja ilmiah mahasiswa pada praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)?
5. Bagaimana optimasi zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*) pada pembuatan DSSC ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil uji validasi lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)
2. Menganalisis hasil uji kelayakan lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)
3. Mendeskripsikan tampilan desain lembar kerja ilmiah praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)
4. Menganalisis hasil kerja ilmiah mahasiswa pada praktikum sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)
5. Menganalisis hasil optimasi zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*) pada pembuatan DSSC

D. Manfaat Penelitian

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan yang dilakukan memberikan hasil yang bermanfaat sebagai berikut:

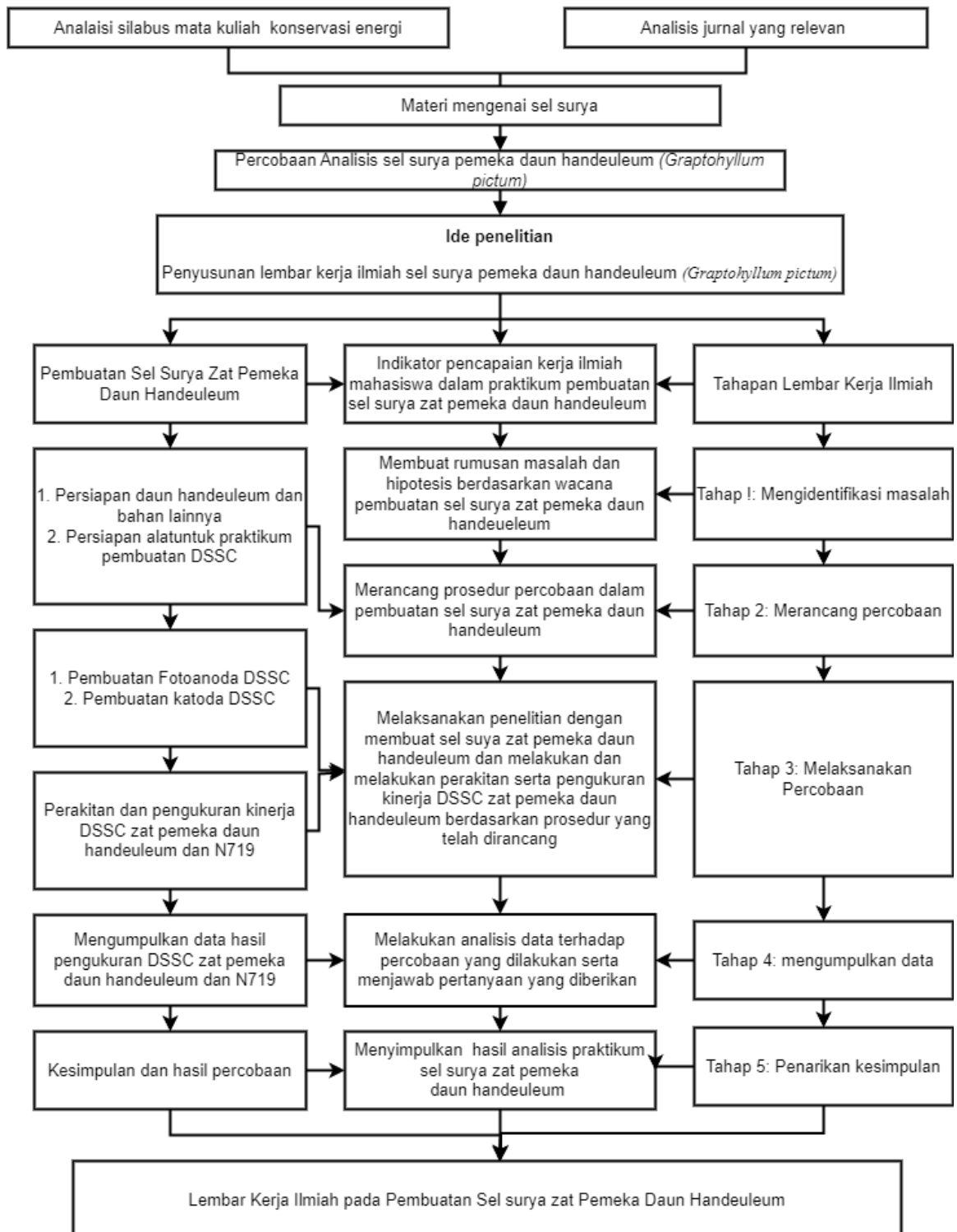
1. Manfaat bagi mahasiswa
 - a. Meningkatkan motivasi belajar mahasiswa serta menghilangkan rasa bosan dalam mempelajari sel surya
 - b. Meningkatkan pemahaman dan kemampuan menjelaskan konsep materi sel surya
 - c. Meningkatkan skill mahasiswa
2. Manfaat bagi dosen/ guru
 - a. Media pembelajaran lebih menarik
 - b. Memudahkan pengajar dalam meningkatkan pemahaman dan kemampuan menjelaskan mahasiswa pada materi sel surya

- c. Membantu dosen/ guru dalam mengaktifkan diskusi
3. Manfaat bagi peneliti
- a. Menambah wawasan mengenai proses pembuatan sel surya zat pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*)
 - b. Menjadi referensi penelitian kedepannya.

E. Kerangka Berpikir

Pembahasan mengenai konservasi energi dibahas pada mahasiswa kimia sehingga perlu adanya pengembangan belajar pada materi tersebut. Sen I Chien dkk menekankan perlunya pengembangan pembelajaran, pengamatan dan aplikasi energi berkelanjutan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan sikap minat belajar peserta didik (Chien dkk., 2018). Dorongan pemahaman dalam materi tersebut yang salah satunya dengan adanya suatu praktikum, dalam suatu praktikum dapat mengukur bagaimana kerja ilmiah seorang praktikan. Lembar kerja ilmiah pada praktikum sel surya pemeka daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*) diperlukan dalam penelitian ini sebagai media yang memandu kerja ilmiah seorang praktikan dan memenuhi capaian tujuan pembelajaran yang baik dalam aspek kognitif, psikomotor dan afektif. Berikut **Gambar 1.1** Kerangka pemikiran.





Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

F. Hasil – Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan diangkat mengenai penelitian pengembangan lembar kerjailmiah dengan menganalisis sel surya zat pemeka daun haneuleum (*Graptohyllum pictum*). Banyak sekali penelitian terlebih dahulu yang mendorong untuk mengangkat masalah penelitian ini .

Penelitian terdahulu dalam pengembangan bahan ajar berupa lembar kerja yang ilmiah pada praktikum yang menganalisis kafein pada beberapa bahan baku minuman memiliki nilai rata-rata r_{hitung} (0,8) hal tersebut dikatakan layak digunakan. Lembar kerja ini sebagai hasil pengembangan dengan karakteristik : pernyataan dan pertanyaan yang mendorong tahap dalam model inkuiri. Rubrik penilaian sebagai tambahan pengukuran dalam proses penyelesaian lembar kerja (Pratiwi, 2018).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis Apriyana dkk, 2019 inkuiri terbimbing terhadap konsep materi kelarutan dalam pembelajaran kimia mendapatkan nilai rata-rata skor hasil belajar sebesar 87,5%. Hasil tersebut sebagai bukti capaian hasil belajar yang baik dan lembar kerja ilmiah dinyatakan sebagai lembar kerja yang efektif dan dapat digunakan dalam pembelajaran kimia (Apriyana, 2019).

Pengembangan adanya modul sebagai bahan ajar praktik *DSSC*, yang menunjukkan keberhasilan yang efektif karena dapat dirancang dengan mudah dan lancar. Sekitar 88% siswa sekolah menengah atas dan 84 % siswa sekolah menengah pertama dapat merakit sel surya mereka dan dapat menjalankan kipas motor dengan sukses, hal tersebut mengungkapkan akan efektifnya modul tersebut dalam mengajar siswa sekolah (Chien dkk., 2018).

Hasil penelitian terdahulu menyatakan penambahan *sensitizer* morin pada *DSSC* yang terjadi pada komposisi kristal pada TiO_2 anatas atau TiO_2 tidak timbul adanya perubahan. Hasil sintesis dan memiliki celah pita 2,28 ev dengan serapan yang dicapai dengan panjang gelombang sebesar 440 nm (Rahayu dkk., 2021).

Pada penelitian ajeng dkk tahun 2020 menyatakan *DSSC* dengan dye ekstrak buah naga memberikan nilai panjang gelombang 530 nm . Karakteristik dari absorbansi ini dari sampel TiO_2 tersintesi zat pemeka dilakukan dengan perbandingannya 30% dan 70% (Eliyana dkk., 2020). Penelitian terdahulu menyebutkan efisiensi dari pengembangan zat pemeka buah naga pada sel surya yaitu sebesar 0,0000970%. Hasil uji *DSSC* menunjukan dengan nilai tegangan 0,022 mv, arus 2,561 ma, daya 0,0481 w. Nilai hasil efisiensi tidak mencapai nilai efisien 0,9% disebabkan beberapa faktor seperti konduktivitas kaca konduktif, ketebalan pada permukaan lapisan TiO_2 waktu perendaman dalam zat warna, dan penggunaan elektrolit (Hilal dkk., 2018).

Hasil uji penelitian sebelumnya daun handeuleum (*Graptophyllum pictum*) terdiri dari beberapa bioaktivitas yang mengandung antioksidan. Antosianin sebagai senyawa yang memiliki pigmen pewarna dengan deretan warna ungu kehitam. Hasil uji penelitian sebelumnya luntur warna dari daun handeuleum ini memiliki angka *grey scale* dan *staining scale* dengan deskriptif kategori *scale* yang baik (Amelia dkk., 2019).

Penelitian terdahulu yang disusun I yoman dkk tahun 2015 menyebutkan sel surya dengan zat pemeka dari sumber alternatif pengembangan sel surya yang sangat berpotensi tinggi untuk perkembangan teknologi saat ini. *DSSC* tersebut memiliki beberapa keunggulan yaitu ramah lingkungan, murah karena komponen dapat terbuat dari bahan alam yang melimpah. Indonesia sangat kaya akan sumber daya alamnya, sehingga pembuatan *DSSC* tidak perlu menggunakan teknologi tinggi (Setiawan dkk., 2015).

Penelitian terdahulu menunjukan aktivitas zat pemeka daun ungu (handeuleum) dalam *DSSC* berdasarkan lama dari perendaman ekstrak pemekanya tersebut berpengaruh terhadap besar arus yang dihasilkan pada sel surya tersintesis (syafinar dkk, 2015). Hasil penelitian terdahulu identifikasi dan uji stabilitas zat warna ungu dari daun handeuleum tersebut diduga mengandung senyawa antosianin karena memiliki 1 puncak pada λ 533 nm, dan hasil uji stabilitas isolat stabil pada pH 6 (Latifah, 2018).