

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)* biosensor adalah “Perangkat transduser reseptor yang terintegrasi secara independen, yang mampu memberikan informasi analitis kuantitatif atau semi-kuantitatif selektif menggunakan elemen pengenalan biologis” [1]. Biosensor dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis transdusernya yaitu elektrokimia, optik, piezoelektrik dan magnetik. Perbedaan jenis transduser ini didasarkan oleh perubahan dan reaksi yang dihasilkan. Dalam pembuatan biosensor dapat diintegrasikan dengan sistem mikrofluida [1]. Mikrofluida merupakan saluran kecil dalam ukuran sekian mikrometer [1]. Biosensor dengan mikrofluida memiliki keuntungan dapat mengurangi biaya, meningkatkan spesifisitas dan batas sensitivitas deteksi dibandingkan dengan metode deteksi biasa [2].

Dalam pemanfaatannya biosensor telah diaplikasikan dalam berbagai hal seperti dalam bidang pangan yaitu adanya biosensor yang digunakan untuk mendeteksi patogen didalam makanan dalam bidang kesehatan misalnya biosensor difungsikan untuk pengendapan antibodi dengan deteksi antigen manusia [3]. Dengan pengaplikasian dalam berbagai bidang tentunya akan memberikan kemudahan. Salah satunya contoh lainnya berkaitan dengan wabah Covid-19 yaitu biosensor dengan biomarker asam nukleat berupa PCR. Hasil yang didapat dari tes dengan PCR terbilang cukup cepat yaitu sekitar 1-2 jam, hal ini sangat menguntungkan karena tidak membutuhkan waktu yang lama sehingga sangat efisien.

Dengan kemajuan teknologi yang begitu pesat pada saat ini, maka dapat dimanfaatkan dalam bidang lain seperti bidang olahraga dan kesehatan untuk mengantisipasi bahaya yang ditimbulkan dari olahraga misalnya terkait dengan olahraga yang dilakukan berlebihan sampai lupa waktu bahkan membuat tubuh kekurangan cairan elektrolit.

Tujuan dari berolahraga yaitu untuk menyehatkan tubuh[4], namun olahraga yang dilakukan secara berlebihan dapat membahayakan tubuh. Menurut Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan Amerika Serikat, merekomendasikan untuk orang dewasa dapat melakukan aktivitas selama 150 sampai 300 menit dalam satu minggu [5]. Aktivitas olahraga yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya rasa lelah sehingga berakibat pada menurunnya kinerja otot.

Berolahraga secara berlebihan juga bisa mengakibatkan tubuh kehilangan banyak cairan, termasuk cairan elektrolit yang dalam hal ini ion natrium. Menurut Triyana, kehilangan cairan yang tidak diimbangi dengan masuknya cairan elektrolit dalam jumlah sesuai, terutama natrium dapat menyebabkan dehidrasi. Menurut Rismayanthi dehidrasi didefinisikan sebagai kekurangan air dalam tubuh, karena lebih banyak jumlah yang keluar daripada yang masuk [6]. Keringat yang berlebihan tidak hanya menyebabkan kehilangan air tetapi juga cairan elektrolit, terutama natrium dan klorida. Pada orang normal rata-rata memiliki kandungan natrium sebesar 50mmol/L [8].

Untuk mengetahui keseimbangan cairan elektrolit yang dimiliki tubuh dapat dilakukan dengan **pemeriksaan keseimbangan cairan elektrolit di rumah sakit.** Hal ini tentu akan menjadi pertimbangan untuk dilakukan karena untuk melakukan pemeriksaan ini artinya ia harus meluangkan waktu di tengah-tengah kesibukannya. Untuk pemeriksaannya dilakukan dalam berbagai cara salah satunya yaitu melalui tes darah [8].

Pemeriksaan keseimbangan cairan elektrolit dengan tes darah dilakukan dengan pengambilan sampel darah dengan menggunakan jarum suntik [9]. Saat ini masih banyak orang yang takut dengan jarum suntik yaitu sekitar 10% orang di dunia, kondisi ini disebut dengan *Needle Phobia* [9]. Pemeriksaan cairan elektrolit berupa ion natrium ini cukup penting dilakukan, untuk mengetahui keseimbangan cairan elektrolit dalam tubuh. Karena ketika cairan elektrolit didalam tubuh tidak seimbang dapat menyebabkan beberapa penyakit atau gangguan kesehatan pada tubuh seperti dehidrasi dan hiponatremia.

Dengan pemanfaatan biosensor mikrofluidik dalam bidang olahraga dan kesehatan tentunya selain efisiensi dalam waktu juga dapat dilakukan dengan orang yang memiliki kondisi *Needle Phobia*. Dalam pengaplikasiannya biosensor mikrofluidik dapat memanfaatkan IoT (*Internet of Things*). IoT adalah arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan web. Karena terdapat perbedaan protokol antara protokol perangkat keras dan web, maka diperlukan suatu sistem *embedded* berupa *gateway* untuk menghubungkan dan menjembatani perbedaan protokol tersebut. Perangkat bisa terhubung ke internet menggunakan beberapa cara seperti Ethernet, *WiFi* (*Wireless Fidelity*), dan lain sebagainya [12]. Hal ini dapat mempermudah dalam melihat data hasil olahraga yang telah didapatkan.

1.2 Informasi Pendukung

Selain energi yang keluar sewaktu berolahraga, cairan juga ikut keluar melalui keringat. Kehilangan cairan sangat dipengaruhi oleh aktivitas fisik (Shapiro, 1982 dalam Sawka, 2005). Selain

itu, kondisi lingkungan dengan suhu yang tinggi akan menambah pengeluaran cairan tubuh lewat keringat. Proses tubuh mengeluarkan keringat merupakan salah satu bentuk kompensasi tubuh yang bertujuan untuk mendinginkan tubuh dari suhu panas yang berlebihan. Menurut Primana (2007) panas tubuh meningkat selama berolahraga, sedangkan kelebihan panas tubuh dan tidak diimbangi dengan penggantian cairan dapat menyebabkan cedera [5]. Selain itu, ketika cairan yang keluar dari tubuh tidak diimbangi dengan cairan yang masuk maka bisa terjadi dehidrasi.

Pada tahap dehidrasi ringan, tubuh mengalami kekurangan cairan sebesar 1 sampai 2%. Pada tahap dehidrasi ringan, muncul gejala seperti haus, lemas, letih, sedikit gelisah dan hilang nafsu makan. Pada tahap dehidrasi sedang, tubuh mengalami kekurangan cairan sebesar 3 sampai 4% dan muncul gejala seperti kulit kering, mulut dan tenggorokan kering, serta penurunan produksi urine. Pada tahap dehidrasi berat, tubuh mengalami kekurangan cairan 5 sampai 6% dan muncul gejala seperti konsentrasi buruk, sakit kepala, kegagalan pengaturan suhu tubuh serta peningkatan laju pernafasan. Hilangnya cairan lebih dari 6% dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan, seperti otot kaku dan *collapse*. Saat tubuh kehilangan cairan sebesar 7 sampai 10%, maka hal ini akan menurunkan volume darah serta berakibat kegagalan fungsi ginjal saat tubuh kehilangan cairan sebesar 11% [2].

Hiponatremia merupakan salah satu gangguan kesehatan yang disebabkan oleh keluarnya natrium dalam tubuh yang relatif lebih. Tanda-tanda hiponatremia yang muncul diantaranya sakit kepala, kram otot, mual, muntah, lesu, gelisah, kebingungan, gangguan berjalan sampai kejang-kejang, koma dan kerusakan otak permanen [7].

Sedangkan biosensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu analit yang menggabungkan komponen biologis dengan detektor fisikokimia atau sifat fisik dalam senyawa kimia [2]. Pada biosensor ini menerapkan prinsip mikrofluida yang merupakan saluran kecil dalam ukuran sekian mikrometer [2]. Dengan melakukan pemanfaatan mikrofluida, maka keringat dapat dialirkan dan masuk ke dalam biosensor untuk mendeteksi ion natrium yang terkandung didalamnya. Pada umumnya pemanfaatan biosensor menggunakan 3 elektroda, yaitu *Working Electrode*, *Reference Electrode*, dan *Counter Electrode* [11].

Pada *biosensor* dibutuhkan bioreseptor yang akan digunakan untuk mendeteksi ion natrium. Selanjutnya dari proses pendeteksian ion natrium oleh bioreseptor akan terjadi reaksi kimia yang dikenal dengan nama reaksi redoks. Nama redoks terdiri dari Reduksi dan Oksidasi. Reaksi oksidasi merupakan reaksi dimana suatu zat melepaskan elektron (muatan negatif). Reaksi reduksi adalah reaksi dimana suatu spesies menangkap elektron (muatan negatif). Proses ini merupakan kebalikan

dari proses pada reaksi oksidasi. Reaksi tersebut merupakan persamaan umum untuk semua reaksi pada elektode. Dalam praktek reaksi oksidasi tidak akan terjadi tanpa adanya reaksi reduksi dan sebaliknya. Dengan adanya transfer elektron inilah yang menjadi dasar dalam sistem elektrokimia [10]. Setelah terjadinya reaksi redoks maka dibutuhkan sebuah transduser. Transduser berfungsi untuk mengubah reaksi redoks menjadi suatu sinyal listrik yang berupa arus atau tegangan [18]. Hasil sinyal listrik yang berupa arus atau tegangan inilah yang kemudian bisa dikonversi menjadi satuan ion natrium menggunakan sebuah rumus persamaan yang kemudian bisa dibaca oleh pengguna [16].

1.3 Constraint

Dalam pembuatan sebuah produk untuk mengatasi sebuah masalah, maka diharapkan produk tersebut bisa membantu pengguna dalam mengatasi masalah tersebut, dan tentunya selalu memberikan dampak positif diberbagai aspek bagi pengguna. Berikut merupakan *constraint* terkait solusi produk yang penulis tawarkan dari beberapa aspek:

1. Aspek Efisiensi

Solusi yang ditawarkan penulis harus mampu membantu pengguna supaya lebih efisien dalam memanfaatkan waktu yang dimiliki. Pengguna tidak harus melakukan pemeriksaan cairan elektrolit yang dalam hal ini berupa ion natrium di Rumah Sakit yang mengharuskan pengguna meluangkan waktu di tengah-tengah waktu kerja, istirahat, dan olahraganya. Karena pada saat olahraga juga akan mengeluarkan cairan elektrolit berupa ion natrium, maka akan lebih efisien dengan menggunakan solusi yang penulis tawarkan karena bisa berolahraga bersamaan dengan pemeriksaan ion natrium.

2. Aspek Manufakturabilitas

Solusi yang ditawarkan penulis mempunyai desain yang tidak terlalu kompleks, sehingga proses pembuatan juga tidak terlalu sulit untuk dilakukan.

3. Aspek Kemudahan

Solusi yang ditawarkan penulis bisa membantu dan mempermudah pengguna dalam penggunaannya. Data dari hasil alat pendeteksi yang penulis usulkan akan mengirimkan notifikasi ketika pengguna terindikasi kekurangan atau kelebihan ion natrium, sehingga pengguna tidak perlu mengecek berkali-kali data pada IoT *platform* karena takut kekurangan atau kelebihan ion natrium tersebut.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah penulis lakukan, beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Alat bisa tahan air, karena alat akan terkena keringat.
2. Alat dapat tahan terhadap guncangan yang diakibatkan oleh gerakan tubuh ketika berolahraga.
3. Alat dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna.
4. Alat dapat tahan dengan suhu panas tubuh yang mencapai 40°C ketika berolahraga[12].
5. Alat mudah digunakan oleh pengguna.

Penyusunan kebutuhan ini dilakukan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Pembuatan *mission statement*

Tabel 1.1 Mission Statement

Laporan Proyek: <i>Microfluidic Biosensor That Can Be Used to Detect Ions in Sweat During Exercise</i>	
Deskripsi Produk	<ul style="list-style-type: none">• Alat untuk mengantisipasi kekurangan atau kelebihan ion natrium pada orang yang berolahraga
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none">• Mudah digunakan, dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna
Pasar Utama	<ul style="list-style-type: none">• Atlet, orang yang sering berolahraga
Pasar Sekuder	<ul style="list-style-type: none">• Toko perlengkapan olahraga, toko alat kesehatan
Asumsi	<ul style="list-style-type: none">• Mudah dihubungkan ke koneksi internet dan mampu mengirimkan notifikasi ke pengguna
Pemangku Kepentingan	<ul style="list-style-type: none">• Pengguna• BRIN

b. Interpretasi kebutuhan berdasarkan hasil wawancara dengan *user*

Tabel 1.2 Interpretasi Kebutuhan

Pertanyaan / poin - poin	Pernyataan Pengguna	Kebutuhan yang diinterpretasikan
Kegunaan umum	Saya ingin alat yang mampu mendeteksi kekurangan atau kelebihan ion natrium pada orang yang sedang berolahraga. Sehingga bisa mengantisipasi orang yang berolahraga supaya tidak kekurangan atau kelebihan ion natrium.	Alat yang dirancang mampu mendeteksi kekurangan atau kelebihan ion natrium pada orang yang sedang berolahraga. Sehingga orang yang berolahraga tidak perlu khawatir jika berolahraga sampai lupa waktu dan kekurangan atau kelebihan ion natrium yang bisa membahayakan tubuh.
Hal yang disukai dari model saat ini	Saya ingin alat yang mudah digunakan.	Alat dirancang dengan desain yang tidak terlalu kompleks, sehingga penggunaannya mudah dipahami.
Hal yang tidak disukai dari model saat ini	Saya tidak ingin alat yang sulit untuk digunakan.	Alat yang dirancang dapat dengan mudah dioperasikan oleh orang awam.
Perbaikan yang disarankan <i>Suggested</i>	Saya ingin alat tersebut dapat memberikan notifikasi ketika tubuh pengguna kekurangan atau kelebihan ion natrium.	Alat bisa mengirimkan notifikasi ke pengguna ketika tubuh pengguna kekurangan atau kelebihan ion natrium.

c. Pengelompokan kebutuhan

KEBUTUHAN ALAT

*** **Alat bisa tahan air, karena alat akan terkena keringat**

*** **Alat tidak rusak ketika terkena banyak keringat**

** Alat tidak rusak ketika terkena air

***** Alat dapat tahan terhadap guncangan yang diakibatkan oleh gerakan tubuh ketika berolahraga**

*** Alat dapat melekat dengan baik pada tubuh

*** Alat tidak jatuh ketika dipakai pengguna untuk berolahraga

***** Alat dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna**

*** Hasil data dapat dilihat di IoT *platform*

*** Alat dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna

***** Alat dapat tahan dengan suhu panas tubuh yang mencapai 40°C ketika berolahraga [12]**

*** Alat tidak rusak ketika dipasang didalam kaos, yang dimana ketika berolahraga suhu tubuh bisa meningkat drastis hampir mencapai 40°C [12]

** Alat tidak rusak ketika pengguna melakukan olahraga di luar ruangan

** Alat tidak rusak ketika pengguna berolahraga dalam kondisi iklim yang panas

***** Alat mudah digunakan oleh pengguna**

*** Alat mudah dipelajari dan digunakan oleh pengguna

** Tampilan alat mudah dipahami oleh pengguna

d. Penyusunan prioritas kebutuhan

Microfluidic Biosensor That Can Be Used to Detect Ions in Sweat During Exercise Survey

Untuk setiap fitur berikut, harap tunjukkan skala 1s/d 5 seberapa penting fitur tersebut bagi anda.

Silahkan gunakan skala berikut:

1. Alat bisa tahan air, karena alat akan terkena keringat.
2. Alat dapat tahan terhadap guncangan yang diakibatkan oleh gerakan tubuh ketika berolahraga.
3. Alat dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna.
4. Alat dapat tahan dengan suhu panas tubuh yang mencapai 40°C ketika berolahraga [12].

5. Alat mudah digunakan oleh pengguna.

Tunjukkan juga dengan mencentang kotak disebelah kanan jika menurut Anda fitur tersebut unik, menarik, dan/atau tidak terduga.

Pentingnya fitur
dalam skala 1 s/d 5

Centang kotak jika fitur unik,
menarik, dan/atau tidak terduga

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| 5 | Alat bisa tahan air, karena alat akan terkena keringat. | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Alat dapat tahan terhadap guncangan yang diakibatkan oleh gerakan tubuh ketika berolahraga. | <input type="checkbox"/> |
| 5 | Alat dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna. | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Alat dapat tahan dengan suhu panas tubuh yang mencapai 40°C ketika berolahraga [12]. | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Alat mudah digunakan oleh pengguna. | <input type="checkbox"/> |

1.5 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, maka produk ini ditujukan untuk pengguna yang berolahraga baik di dalam maupun di luar ruangan, produk ini juga ditujukan bagi pengguna yang berolahraga ringan maupun berat. Produk ini bisa dipakai dalam kondisi iklim dengan suhu normal maupun suhu panas yang ekstrem dan tentunya ditujukan bagi pengguna yang sering melakukan olahraga sampai lupa waktu. Selain itu, produk diharapkan tidak mengganggu pengguna ketika berolahraga.