

Addition of surfactant as a medium to reduce surface tension of water electrolysis

Purnami^{a,1}, Wily Satrio Nugroho^a, Mega Nur Sasongko^a

^aDepartemen Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang

¹purnami.ftub@ub.ac.id

ABSTRACT

Water electrolysis is one method to produce Hydrogen as an alternative energy to replace fossil fuels. The main problem in the water electrolysis process is its low efficiency. This is because hydrogen and covalent bonds are broken simultaneously during the electrolysis of water. Part of the effort to increase electrolysis efficiency is the addition of surfactants. Surfactants can reduce surface tension, which contributes to the capture of Hydrogen bonds. In this study, electrolyzed water was added with 5, 10, and 15 ml of natural surfactant from *Klerek* to 500 ml of water. Hydrogen production, pH, and electric current data were taken for 10 minutes. The results showed that adding surfactant from *Klerek* was proven to increase Hydrogen production. This is because surfactants can reduce surface tension and their aromatic ring content effectively, which can decrease hydrogen bonding. The highest hydrogen production was obtained by adding 15 ml of surfactant at 22.500 ppm.

Keywords: Elektrolisis Air, Hidrogen, Surfaktan Klerek, Tegangan Permukaan

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil membawa efek negatif terhadap pencemaran lingkungan. Polusi udara yang dihasilkan dari bahan bakar menjadi faktor utama penyebab terjadinya asap, hujan asam, pemanasan global dan perubahan iklim. Gas buangan hasil bahan bakar fosil dan industri menjadi sumber utama yang menghasilkan zat pencemar udara di Indonesia [1]. Hidrogen merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling signifikan yang berasal dari air sebagai produk tanpa emisi karbon. Dapat digunakan sebagai alternatif untuk bahan bakar berbasis karbon dengan efisiensi energi yang tinggi, ramah lingkungan, dan bebas dari kontaminasi. Hidrogen memiliki karakteristik penting sebagai sumber energi, memperoleh kepadatan energi yang tinggi 140 MJ/kg yang dua kali lebih besar dari bahan bakar fosil [2].

Ada jenis metode produksi energi alternatif seperti panel surya, elektrolisis air, kincir angin, dan lain lain. Metode dan teknik produksi energi terbarukan dengan elektrokimia sudah diakui sebagai proses yang paling efisien dalam konversi energi terbarukan [3].

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan arus listrik yang mengalir air tersebut. Gas H_2 memiliki

pontensial yang tinggi untuk dapat digunakan sebagai sumber energi karena sifatnya yang ramah lingkungan. Proses elektrolisis dalam mengurai senyawa air berlangsung lambat sehingga dibutuhkan katalis untuk mempercepat reaksi dan dapat menambah jumlah gas hidrogen yang diproduksi [4]. *Surface active agent* atau surfaktan adalah molekul yang bersifat amfifilik yaitu memiliki sifat hidrofilik dan lipofilik. Hidrofilik merupakan jenis senyawa yang dapat mengikat air, sementara lipofilik adalah senyawa yang mampu mengikat minyak dan menghindari air (hidrofobik). Kandungan surfaktan bisa ditemukan dalam sabun, detergen, dan larutan pembersih. Surfaktan adalah molekul yang dapat diserap dalam antar muka zat cair dan gas. Saat dimasukkan ke dalam air surfaktan akan menyelaraskan diri dengan bagian hidrofobiknya berada di udara, sedangkan bagian hidrofilik nya berada di dalam air sehingga dapat menurunkan ketegangan di permukaan atau antar muka zat [5].

Salah satu surfaktan alami yang bisa membantu memperbanyak hasil produksi hidrogen pada elektrolisis air ialah klerek atau kacang sabun yang memiliki nama ilmiah *sapindus rarak oil*, adalah buah yang bentuknya mirip seperti kacang walnut dan tumbuhnya di pohon yang tingginya mencapai 10 meter [6]. Di Indonesia kaya sekali dengan tanaman ini karena tanah dan iklimnya. Buah ini dikenal karena kegunaan bijinya yang

dipakai sebagai bahan pencuci tradisional. Paling banyak digunakan untuk mencuci bahan batik demi menjaga kualitasnya. Hanya saja, buah ini hanya dikenal sebatas sebagai pencuci alami batik yang alami padahal sebenarnya buah ini punya kegunaan yang jauh lebih banyak dari pencuci batik.

Adapun penelitian terdahulu mengungkapkan telah meneliti tentang elektrolisis air dengan penambahan katalis berupa Alga Activated Carbon Graphene (AACG) untuk meningkatkan pengaruh Medan Magnet Eksternal (EMF) pada hasil produksi Hidrogen pada larutan NaCl. Hasil menunjukkan bahwa penambahan katalis dapat memperbesar efek EMF untuk meningkatkan hasil produksi hidrogen selama elektrolisis. Dalam penelitian ini EMF diperkuat oleh AACG yang mempercepat elektron berputar dan mengubah spin-isomer H₂O dari para ke orto untuk menurunkan tegangan permukaan. Selanjutnya, mobilitas ion NaCl sebagai pembawa muatan listrik meningkat. Di sisi lain, muatan listrik pada permukaan AACG mengikat ion Hidroksida (OH) yang meningkatkan konsentrasi ion Hidrogen (H⁺). Kemudian larutan menjadi asam dan mudah menghantarkan arus listrik. Akibatnya, penambahan AACG telah memperkuat efek EMF dan menggandakan produksi hidrogen pada elektrolisis air [7].

Penelitian lainnya yaitu produksi gas hidrogen dalam elektrolisis air dengan penambahan surfaktan kationik berupa *heksadesiltrimetilamonium bromida* (HTMAB) dengan larutan elektrolit H₂SO₄. Dari hasil percobaan diambil kesimpulan pengaruh dari HTMAB pada reaksi evolusi hidrogen (HER) dan reaksi evolusi oksigen (OER) pada karbon elektroda. HER merupakan proses memproduksi hidrogen pada katoda melalui elektrolisis air sedangkan OER merupakan proses memproduksi oksigen pada anoda melalui elektrolisis air. Penambahan surfaktan meningkatkan potensi berlebih pada HER. Pengaruh HTMAB pada evolusi H₂ dan O₂ diamati dengan menentukan kronopotensiometri elektroda TCC pada arus 1 mA cm² di bawah konsentrasi HTMAB yang berbeda. Hasil menunjukkan pengaruh berlawanan dari HTMAB yaitu menghambat HER tetapi meningkatkan OER. Untungnya, peningkatan pada OER yang disebabkan oleh HTMAB dalam H₂SO₄ cukup besar untuk mengimbangi penghambatan HER dalam elektrolisis air. Efek dari HTMAB dalam H₂SO₄ pada elektrolisis air diwujudkan melalui peningkatan produksi H₂ dan O₂. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme elektrolisis air dengan

penambahan surfaktan HTMAB memainkan peran dalam peningkatan produksi hidrogen dalam elektrolisis air. Sehingga bisa diartikan adanya penambahan tingkat produksi hidrogen dengan penambahan dibandingkan dengan elektrolisis air konvensional [8]. Dari dua penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa penambahan katalis berupa Alga Activated Carbon Graphene (AACG) dan surfaktan mempunyai senyawa aromatik yang mampu mempercepat proses reaksi pada elektrolisis air. Bahan surfaktan organik mengandung cincin aromatik dapat memperkuat medan magnet eksternal dan melemahkan ikatan hidrogen sehingga mampu meningkatkan produksi hidrogen dalam elektrolisis air [9].

Dalam penelitian ini, menggunakan surfaktan alami yaitu *sapindus rarak oil* yang sudah berupa minyak 100% sebagai upaya untuk meningkatkan produksi hidrogen. Senyawa aromatik yang terkandung pada *sapindus rarak oil* mampu mempengaruhi ikatan antar molekul air sehingga dapat membantu proses reaksi penguraian H₂ dan O₂ dengan metode elektrolisis air.

METODE PENELITIAN

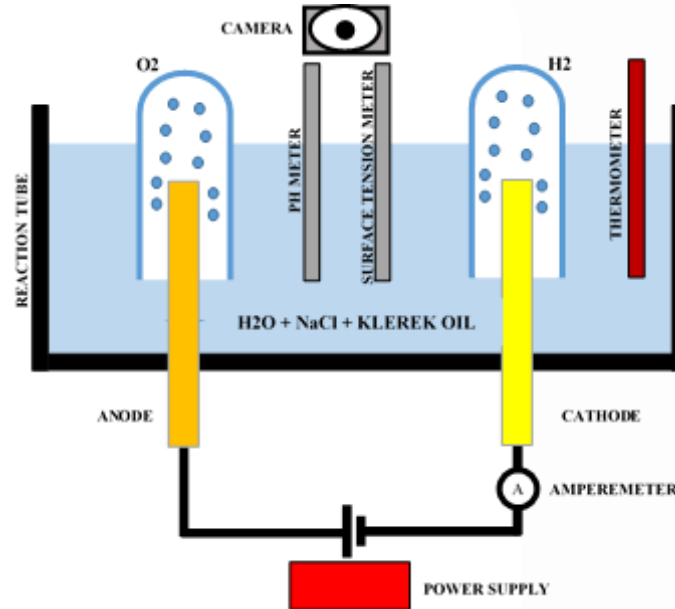
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata. *Sapindus rarak oil* sudah dalam minyak 100% yang sudah diekstraksi. Variasi uji sampel pada penelitian ini menggunakan perbandingan elektrolisis secara konvensional dengan penambahan *sapindus rarak oil* sebesar 5 ml, 10 ml dan 15 ml. Skema penempatan dan pemasangan alat dalam penelitian ini disusun secara sistematis sesuai dengan gambar 1.

Hidrogen yang dihasilkan dalam proses elektrolisis ditampung dalam tabung yang diletakkan di atas katode. pH larutan diukur menggunakan pH meter yang diletakkan pada wadah elektrolisis, sedangkan arus listrik diukur dengan menggunakan amperemeter yang sudah ada pada *power supply*. Larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan NaCl. Cairan aquades sebanyak 500 ml dicampurkan dengan 29.25 gram NaCl secara mekanik dengan magnetic stirrer untuk memperoleh molaritas larutan sebesar 1 Mol.

Pengambilan data ppm gas hidrogen, arus listrik, dan pH dapat dimulai dengan menekan tombol saklar *power supply*. Proses elektrolisis selama 20 menit. Pengambilan data arus listrik, pH dilakukan setiap 10

detik. Pengambilan suhu dilakukan setiap penambahan *sapindus rarak oil*. Pengujian pertama yaitu pengujian secara konvensional tanpa tambahan *sapindus rarak oil* selama 5 menit. Kemudian dilanjutkan dengan

penambahan *sapindus rarak oil* sebesar 5 ml, 10 ml dan 15 ml. Penambahan *sapindus rarak oil* dilakukan setiap 5 menit. Sehingga waktu pengujian selama 20 menit.



Gambar 1 Skema Instalasi Alat Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gugus Fungsional *Sapindus Rarak Oil*

Gugus fungsional pada *Sapindus rarak oil* dianalisis menggunakan instrumen IR Spirit-T untuk dilakukan pengujian FTIR (*Fourier Transformation Infrared*). Pengujian FTIR memanfaatkan sinar inframerah untuk menganalisa sampel uji dan mengukur rentang panjang gelombang pada wilayah inframerah yang diserap oleh bahan uji untuk menentukan komposisi dari molekul dan struktur material. Untuk mengetahui gugus fungsional pada *Sapindus rarak oil*. Hasil pengujian FTIR *Sapindus rarak oil* menunjukkan adanya senyawa aromatik ikatan C=C dengan intensitas berubah pada daerah bilangan gelombang $1557,42 \text{ cm}^{-1}$. Senyawa aromatik memiliki konfigurasi enam atom karbon yang berbentuk heksagonal dengan *ring benzene* atau *graphene* yang memiliki 3 ikatan rangkap dan 3 ikatan tunggal. Pada cincin aromatik terdapat elektron yang terdelokasi secara kontinu yang dapat mengakibatkan timbulnya medan magnet. Dari hasil pengujian di atas membuktikan bahwa *Sapindus rarak oil* memiliki potensi magnetik. Sifat magnetik sendiri salah satu yang dapat mempengaruhi jumlah produksi hidrogen pada

elektrolisis air dengan mempengaruhi kesetimbangan gaya dalam molekul air, sehingga mudah untuk menguraikan molekul. Spektrum hasil pengujian FTIR dapat diketahui melalui Gambar 2 berikut ini

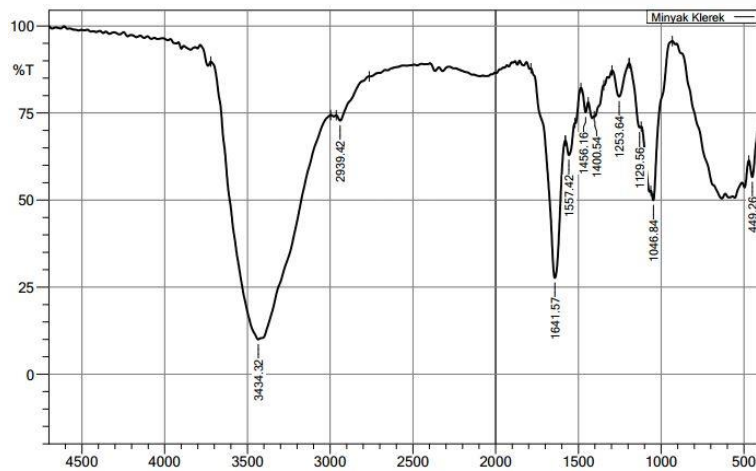
Produksi Gas Hidrogen

Pada Gambar 2 terlihat bahwa adanya penambahan katalis surfaktan berupa minyak klereng dapat meningkatkan produksi hidrogen apabila dibandingkan dengan elektrolisis konvensional secara berurutan dari produksi paling besar dengan penambahan katalis sebesar 15 ml > 10 ml > 15 ml > konvensional. Untuk uraian data produksi hidrogen dapat dilihat pada tabel 2.

Pada Gambar 3 terlihat terdapat perbedaan produksi hidrogen antara elektrolisis air secara konvensional dengan elektrolisis air dengan penambahan beberapa variasi surfaktan *sapindus rarak oil*. Pada pengujian elektrolisis air dilakukan selama 20 menit dengan masing-masing variasi sampel 5 menit. Pada pengujian elektrolisis air secara konvensional dilakukan dalam waktu 5 menit dengan arus rata-rata arus listrik 1.74967 ampere pada voltage 10 V. pH rata-rata yang dihasilkan 5.922 menghasilkan produk hidrogen sebesar 5500 ppm. Pada pengujian elektrolisis air dengan penambahan 5 ml

sapindus rarak oil dilakukan dalam waktu 5 menit dengan arus rata-rata arus listrik 1.85567 ampere pada voltage 10 V. pH rata-rata yang dihasilkan 5.986 menghasilkan produk hidrogen sebesar 10500 ppm. Pada pengujian elektrolisis air dengan penambahan 10 ml *sapindus rarak oil* dilakukan dalam waktu 5 menit dengan arus rata-rata arus listrik 1.92367 ampere pada voltage 10 V. pH rata-rata yang dihasilkan 5.546

menghasilkan produk hidrogen sebesar 15000 ppm. Pada pengujian elektrolisis air dengan penambahan 15 ml *sapindus rarak oil* dilakukan dalam waktu 5 menit dengan arus rata-rata arus listrik 2.02567 ampere pada voltage 10 V. pH rata-rata yang dihasilkan 5,724 menghasilkan produk hidrogen sebesar 22.500 ppm.

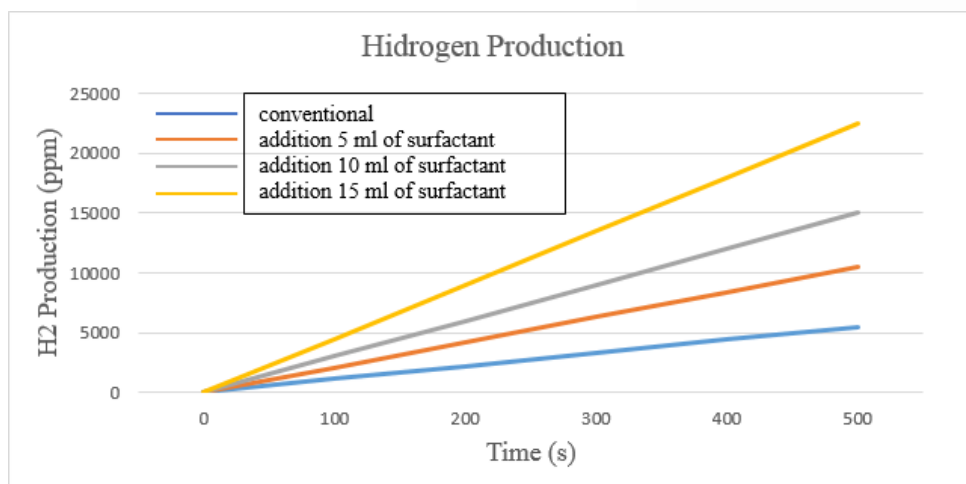


Gambar 2 Daerah Fungsi Cincin Aromatik Sapindus rarak oil

Tabel 2. Produksi Hidrogen

Variable	Ppm Cumulative (ppm)	I (A)	pH	Voltage (V)
Conventional	5500	1.74967	5.922	10
Addition 5 ml of surfactant	10500	1.85567	5.986	10
Addition 10 ml of surfactant	15000	1.92367	5.546	10
Addition 15 ml of surfactant	22500	2.02567	5.724	10

Sumber : Dokumentasi Pribadi(2022)



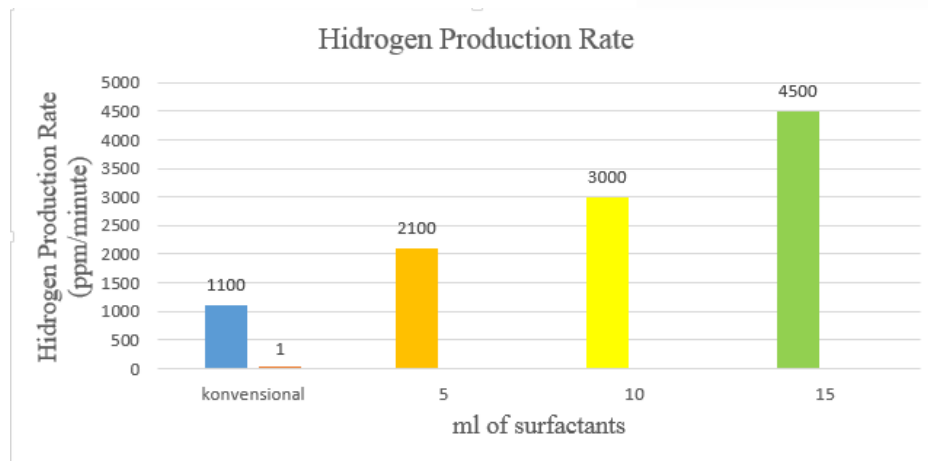
Gambar 3 Produksi Hidrogen

Laju produksi dapat dilihat pada Gambar 4. Pada elektrolisis air secara konvensional

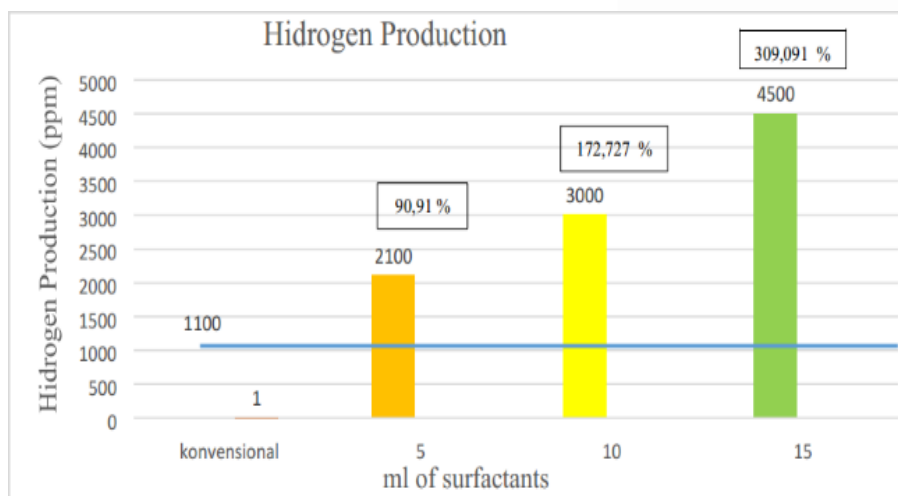
menghasilkan laju produksi hidrogen tercatat 1100 ppm/ menit. Pada elektrolisis air dengan

penambahan 5 ml *sapindus rarak oil* menghasilkan laju produksi hidrogen tercatat 2100 ppm/ menit. Pada elektrolisis air dengan penambahan 10 ml *sapindus rarak oil* menghasilkan laju produksi hidrogen tercatat 3000 ppm/ menit. Pada elektrolisis air dengan penambahan 15 ml *sapindus rarak oil*

menghasilkan laju produksi hidrogen tercatat 4400 ppm/ menit. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan laju produksi hidrogen secara signifikan pada elektrolisis air dengan penambahan surfaktan *sapindus rarak oil* apabila dibandingkan dengan elektrolisis air secara konvensional.



Gambar 4 Laju Produksi Hidrogen



Gambar 5 Produktifitas Produksi Hidrogen

Dari hasil data produksi tersebut, terlihat pada Gambar 5 peningkatan produktifitas hidrogen pada elektrolisis air dengan penambahan katalis surfaktan dibanding elektrolisis air konvensional. Pada penambahan 5 ml *sapindus rarak oil* mampu meningkatkan produktifitas hidrogen sebesar 90.9091%. Pada penambahan 10 ml *sapindus rarak oil* mampu meningkatkan produktifitas hidrogen sebesar 172.727%. Pada penambahan 15 ml *sapindus rarak oil* mampu meningkatkan produktifitas hidrogen sebesar 309.091%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan katalis surfaktan mampu menurunkan tegangan permukaan larutan dan

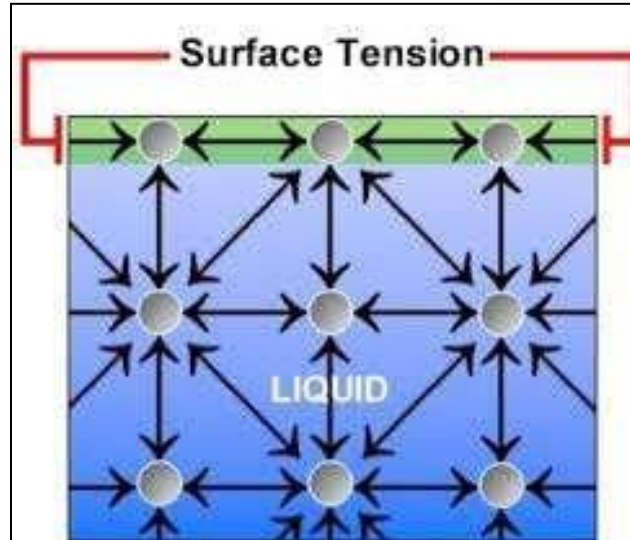
mempercepat pemutusan ikatan hidrogen akibat adanya reaksi kimia selama proses elektrolisis berlangsung. *Sapindus rarak oil* juga menunjukkan memiliki potensi magnetik dan muatan listrik pada permukaan yang dapat mempercepat reaksi elektrolisis.

Pengaruh Surfaktan Sapindus rarak oil Terhadap Molekul H₂O

Air memiliki daya tarik menarik antara molekul yang sejenis yang disebut daya kohesi. Nilai daya kohesi pada molekul air selalu sama. Pada permukaan atas air terdapat suatu bidang yang terbentuk dari 2 zat

yang berbeda yaitu zat cair dan zat gas. Zat cair berada dibawah bidang sedangkan zat gas berada diatas bidang. Karena adanya perbedaan molekul pada bidang antara zat cair dan gas maka terjadi perbedaan

tegangan karena tidak adanya keseimbangan daya kohesi. Tegangan yang terjadi pada permukaan tersebut dinamakan tegangan permukaan. Seperi pada gambar 6.

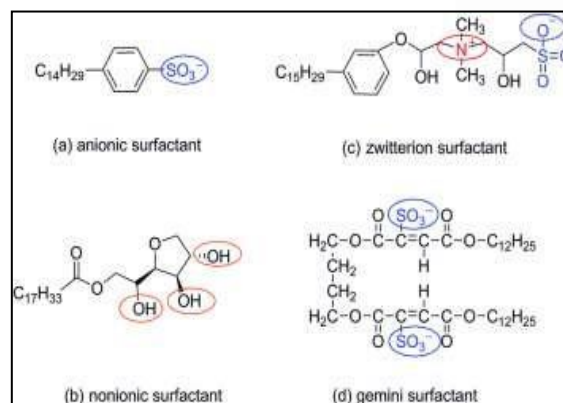


Gambar 6 Tegangan Permukaan

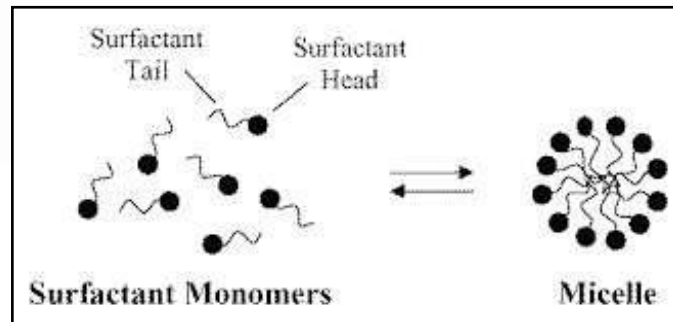
Fungsi surfaktan secara umum adalah menurunkan tegangan permukaan. *Surface active agent* atau surfaktan juga bisa diartikan sebagai molekul yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik. Hidrofilik (suka air) ialah bagian kepala surfaktan yang mengandung senyawa yang dapat mengikat air. Pada bagian kepala surfaktan ini mengandung muatan negatif. Sedangkan hidrofobik (benci air) ialah bagian ekor surfaktan yang mengandung senyawa yang mampu membenci air atau suka minyak (lipofilik). Saat surfaktan (*sapindus rarak oil*) dimasukkan ke dalam larutan elektrolit kemudian diaduk merata, maka molekul surfaktan akan membentuk misel seperti pada gambar 7. Misel yaitu kumpulan surfaktan yang terbentuk pada larutan

yang kemudian akan menyelaraskan diri dengan molekul air. Bagian ekor (hidrofobik) akan menjauhi molekul air, sedangkan pada bagian kepala (hidrofilik) akan berada di dalam air.

Sapindus rarak oil adalah jenis surfaktan anionik yaitu surfaktan yang memiliki ujung molekul bermuatan negatif pada hidrofiliknya. Daerah hidrofilik biasanya berupa SO_3^- seperti pada gambar 8. Daerah hidrofilik bersifat polar sehingga akan berinteraksi dengan molekul air (polar) sedangkan pada bagian hidrofobik (non polar) akan berorientasi sejauh mungkin dari molekul air. Keadaan ini akan melemahkan ikatan hidrogen dan memutuskan beberapa ikatan hidrogen pada larutan elektrolit.



Gambar 7 Micelle



Gambar 8 Macam-Macam Surfaktan Beserta Muatannya

Zat Cair	Suhu (°C)	Tegangan Permukaan (N/m)
Raksa	20	0,440
Darah (seluruhnya)	37	0,058
Darah (plasma)	37	0,073
Alkohol	20	0,023
Air	0	0,076
Air	20	0,072
Air	100	0,059
Benzema	20	0,029
Larutan sabun	20	0,025
Oksigen	-193	0,016

Gambar 9 Perbedaan Tingkat Tegangan Permukaan Zat Cair

Peran penting surfaktan juga untuk menurunkan tegangan permukaan larutan elektrolit. Ini karena

molekul surfaktan sudah menggantikan molekul air yang ditemukan di atas permukaan larutan dan membuat tegangan permukaan menurun. Surfaktan sendiri biasa digunakan sebagai pembersih batik dan detergen (sabun) maka larutan elektrolit sudah seharusnya tidak memakai standart tegangan permukaan air karena pada kedua zat tersebut terjadi emulsi pada kedua zat yang berbeda (air dan minyak). Perbedaan tingkat tegangan permukaan jauh lebih rendah dibandingkan dengan sebelumnya seperti pada gambar 9.

Penurunan tegangan permukaan juga ditandai dengan semakin rendahnya sudut kontak permukaan. Sudut kontak yang kurang dari 90 ° maka mengindikasikan rendahnya tegangan permukaan. Sudut kontak yang lebih dari 90 ° maka mengindikasikan tingginya tegangan permukaan. Hal itu ditandai dengan tingkat kebasahan zat cair (wetting) yang tinggi. Yaitu kemampuan suatu zat cairan untuk menyerap zat padat. Dengan penurunan tegangan permukaan tersebut maka proses elektrolisis air akan lebih mudah

untuk memutuskan ikatan hidrogen di dalam larutan elektrolit.

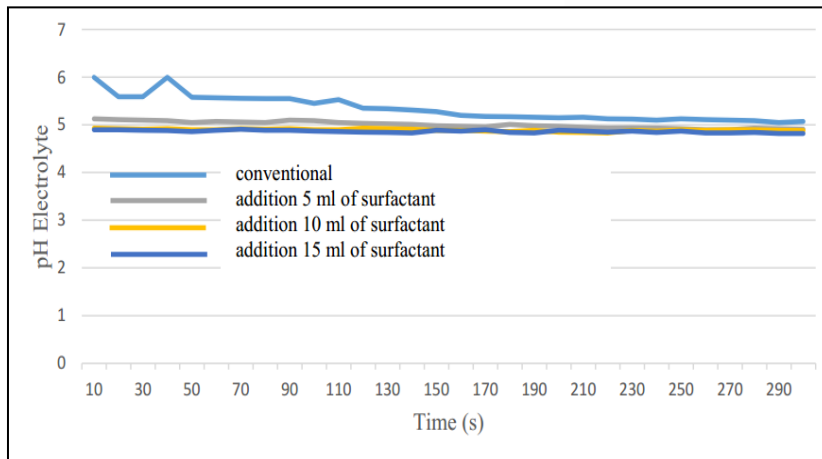
Surfaktan *sapindus rarak oil* memiliki gugus fungsi cincin aromatik yang memenuhi syarat sebagai senyawa aromatik. Pada senyawa aromatik terjadi delokalisasi elektron secara terus menerus yang dapat menimbulkan adanya medan magnet dan muatan listrik yang dapat mengganggu dan memicu ketidakseimbangan pada molekul air. Molekul air yang bersifat diamagnetik akan menolak medan magnet yang ditimbulkan oleh cincin aromatik pada *sapindus rarak oil*. Sehingga untuk menolak medan magnet tersebut air akan membuat medan magnet “tandingan” dengan arah yang berlawanan dengan medan magnet dari luar (Purnami et al, 2020). Untuk menciptakan medan magnet “tandingan” ini, molekul-molekul pada air akan menyeragamkan arah dipolnya. Dari penyeragaman arah dipol tersebut maka timbul gaya disosiasi yang dapat menyebabkan terjadinya pembengkokan pada ikatan hidrogen. Kemudian ikatan hidrogen pada molekul air akan semakin

lemah. Kemudian ketika arus listrik diberikan kepada larutan elektrolit tersebut maka terjadi penguraian molekul air menjadi hidrogen. Karena pengaruh dari senyawa aromatik tersebut maka terjadi pertambahan laju penguraian molekul menjadi hidrogen. Sehingga hal ini membuat produksi hidrogen akan lebih banyak. Ilustrasi penyeragaman arah dipol air dapat dilihat pada gambar 10.

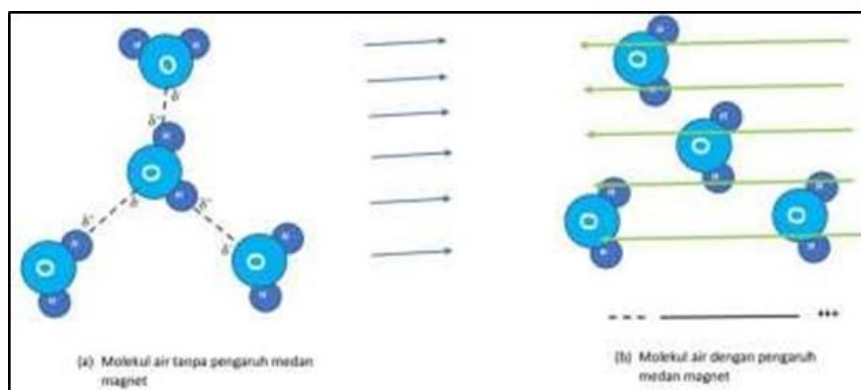
Pengaruh pH Larutan

Hasil pengukuran pH elektrolit ditunjukkan pada Gambar 11. Pada Gambar terlihat bahwa penambahan katalis surfaktan mengalami peningkatan dibandingkan dengan elektrolisis air konvensional. pH paling rendah yaitu sebesar 4,82 terjadi pada penambahan *sapindus rarak oil* sebesar 15 ml. Rata-rata pH pada pengujian elektrolisis secara konvensional sebesar 5.339. Rata-rata pH pada pengujian penambahan

sapindus rarak oil 5 ml sebesar 5.002. Rata-rata pH pada pengujian penambahan *sapindus rarak oil* 10 ml sebesar 4.8943. Rata-rata pH pada pengujian penambahan *sapindus rarak oil* 15 ml sebesar 4.864. Sehingga disimpulkan semakin banyak penambahan *sapindus rarak oil* pada larutan elektrolit menyebabkan pH semakin rendah sehingga larutan menjadi semakin asam. Hal ini terjadi karena semakin banyaknya ion OH⁻ yang terikat pada permukaan batang elektroda katoda menyebabkan banyaknya ion H⁺ bergerak bebas dalam larutan. Sehingga membuat larutan menjadi semakin asam. Semakin asam larutan elektrolit maka kemampuan untuk menghantarkan arus listrik juga semakin baik. Sehingga produksi hidrogen semakin meningkat. Urutan nilai pH dari terendah pada penambahan *sapindus rarak oil* sebesar 15ml, 10ml dan 5ml. Sehingga semakin banyak *sapindus rarak oil* pH semakin rendah atau semakin asam.



Gambar 10 Penyeragaman Arah Dipol Air

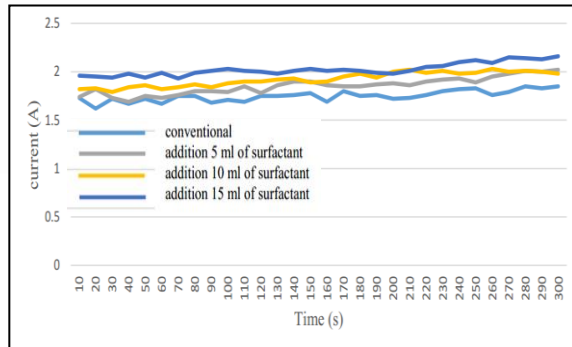


Gambar 11 Laju pH Larutan Elektrolit

Arus Listrik

Pengukuran arus larutan elektrolit dilakukan pada bagian terluar elektroda secara otomatis menggunakan amperemeter yang sudah

tersambung dalam *powersupply*. Pengambilan data arus listrik dilakukan setiap 10 detik dalam rentang waktu pengujian selama 20 menit sehingga diperoleh data sebanyak 120 data.



Gambar 12 Arus Listrik

Pada Gambar 12 terlihat bahwa nilai kuat arus listrik meningkat pada penambahan surfaktan sebesar 15 ml. Dengan urutan kuat arus listrik dari yang terbesar yaitu 15 ml, 10 ml, 5 ml, dan konvensional. Hal tersebut terjadi karena nilai suhu yang semakin tinggi sehingga larutan elektrolit lebih cepat menghantarkan arus listrik sehingga meningkatkan produksi hidrogen pada elektrolisis air.

KESIMPULAN

Penambahan katalis berupa surfaktan alami *sapindus rarak oil* mampu meningkatkan hasil produksi hidrogen pada proses elektrolisis air. Adanya peningkatan produksi hidrogen karena surfaktan *sapindus rarak oil* dapat melemahkan dan memutuskan ikatan hidrogen dengan interaksi antara gugus hidrofilik yang bersifat polar pada surfaktan dengan molekul air yang bersifat polar. Gugus hidrofobik yang non polar akan menjauhi dari molekul air. Fungsi surfaktan sendiri sebagai agent untuk menurunkan tegangan permukaan yang berhasil mempengaruhi larutan elektrolit. Tegangan permukaan menurun ditandai dengan rendahnya sudut kontak permukaan ketika larutan ditambahkan dengan *sapindus rarak oil*. Selain itu, tingkat kebasahan larutan juga meningkat. Penambahan *sapindus rarak oil* kedalam larutan akan mengalami emulsi pada dua zat yang berbeda sehingga molekul surfaktan akan mengganti molekul air pada atas permukaan. Dengan demikian larutan akan memiliki tegangan permukaan yang lebih rendah dari sebelumnya. Adanya medan magnet dari cincin aromatic yang terkandung dalam *sapindus rarak oil* mampu mempengaruhi molekul air. Penyeragaman arah dipol pada molekul air yang mengakibatkan ikatan hidrogen semakin lemah. Dari *sapindus rarak oil* sendiri yang memiliki sifat busa bekerja secara efektif untuk menurunkan tegangan permukaan larutan dan bekerja secara efektif untuk menarik ion OH-

dan menolak ion H⁺ dalam larutan elektrolit yang mengakibatkan semakin banyak ion H⁺ yang bergerak bebas dalam larutan menjadi semakin asam dan mudah untuk menghantarkan arus listrik. Sehingga reaksi elektrolisis semakin cepat. Hasil produksi hidrogen menggunakan katalis surfaktan alami *sapindus rarak oil* memiliki rata-rata produksi hidrogen paling tinggi yaitu sebesar 22500 ppm dengan laju produksi 4500 ppm/menit dan meningkatkan produktifitas produksi hidrogen sebesar 302.21. Sehingga kesimpulannya penggunaan surfaktan alami berupa *sapindus rarak oil* memiliki efektifitas yang besar dalam produksi hidrogen pada elektrolisis air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada tim penelitian di bawah koordinator Zaen Mustofa yang telah membantu dalam proses penyediaan sarana penelitian dan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khaliq, 2015, "Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi Bbm. ISSN: 1411-7010
- [2] Alpana Singh, Krishna Raghav Chaturvedi, Tushar Sharma, (2021) "Natural surfactant for sustainable carbon utilization in cleaner production of fossil fuels: Extraction, characterization and application studies". Journal of Environmental Chemical Engineering. 32284-32317 / <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.10623>
- [3] ShamsAnwar, Faishal Khan, Yahui Zhang, Abdoule djire (2021) "Recent development in electrocatalysts for hydrogen production through water electrolysis (2021). International Journal of Hydrogen Energy. 32284-32317 / <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.191>
- [4] Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH (2017)" Youngster Physics Journal, ISSN: 2302 - 7371
- [5] Resna 2021, "Surfaktan Molekul Penting Produk Pembersih, Kenali Jenis dan Fungsinya by dr. Reni Utari",
- [6] Abhirup Basu, Sohumi Basu (2015). Optimization of evaporative extraction of natural emulsifier cum surfactant from

- Sapindus mukorossi—Characterization and cost analysis. *Industrial Crops and Products*.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.006>
- [7] Purnami, Hamidi, N., Sasongko M., Widhiyanuriyawan D., Wardana I.N.G. 2020. Strengthening external magnetic fields with activated carbon graphene for increasing hydrogen production in water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*. 45(38) : 19370-19380.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.05.148>
- [8] ZD. Wei, MB. Ji, SG Chen, Y. Liu, GZ Yin, PK. Shen, SH. Chan, 2007 : “Water electrolysis on carbon electrodes enhanced by surfactant” *Electrochimica Acta* 52 (2007) 3323–3329 .
<https://doi:10.1088/1757899X/1034/1/012075>