

PERBANDINGAN UJI DESALINASI AIR PAYAU DALAM BENTUK SEDIAAN SERBUK, GRANUL, DAN HIDROGEL ALGA HIJAU

Sudrajat Sugiharta*, Arum Hasanah, Iin Lidia Putama Mursal, Farhamzah

Fakultas Farmasi UBP Karawang, Karawang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: sudrajat.sugiharta@ubpkarawang.co.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan kurangnya air bersih di sekitar pesisir pantai pelangi Karawang karena kualitas air yang kurang dan masih payau. Air payau yang tidak diolah maka beresiko bagi kesehatan manusia jika diminum dalam jangka waktu yang lama, dan dapat memicu penyakit kulit jika digunakan untuk mandi. Air sumur yang diambil berlokasi di Wilayah Pesisir Pantai Pelangi kecamatan Pedes Karawang. Tujuan penelitian ini adalah menguji kemampuan desalinasi air payau menggunakan serbuk, granul, dan tiga variasi hidrogel alga hijau. Metode penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimental dengan membandingkan dengan zeolit sebagai standar desalinasi air payau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sediaan hidrogel yang dihasilkan memiliki bentuk yang padat dan mudah rapuh, warna hijau tua, dan bau khas alga hijau. Nilai viskositas terbaik pada formula H4, semua formula hidrogel alga hijau memiliki nilai pH yang baik, sedangkan nilai Rasio swelling terbaik yaitu pada formula H2, dan nilai Fraksi gel terbaik pada formula H4. Hasil uji desalinasi air payau dari tiga sumur diantara tiga sediaan serbuk, granul, dan hidrogel alga hijau memiliki kemampuan desalinasi dimana sediaan yang paling baik yaitu pada sediaan hidrogel H6 berdasarkan uji pH, suhu, kadar salinitas, kadar ion natrium dan kadar ion Magnesium. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sediaan hidrogel, granul, dan serbuk alga hijau memiliki kemampuan dalam desalinasi air payau berdasarkan hasil uji pH, suhu, salinitas, ion natrium, dan ion magnesium yang dibandingkan dengan zeolit, dimana sediaan hidrogel 6 g menunjukkan kemampuan desalinasi air payau paling baik di ketiga sumur.

Kata kunci: Air payau, Alga hijau, Hidrogel, Desalinasi, Pantai pelangi

Abstract

This research was motivated by the problem of lack of clean water around the coast of Rainbow Beach in Karawang because the water quality is poor and still brackish. Untreated brackish water poses a risk to human health if drunk for a long time and can trigger skin diseases if used for bathing. The well water taken is located in the Pelangi Coastal Area, Pedes Karawang sub-district. This research aims to test the ability of brackish water desalination using powder, granules, and three variations of green algae hydrogel. This research uses a quasi-experimental method by comparing it with zeolite as a standard for brackish water desalination. The research results show that the resulting hydrogel preparation has a solid, brittle shape, a dark green color, and a distinctive odor of green algae. The best viscosity value is in the H4 formula. All green algae hydrogel formulas have good pH values, while the best swelling ratio value is in the H2 formula, and the best gel fraction value is in the H4 formula. The results of the brackish water desalination test from three wells among three preparations of powder, granules, and green algae hydrogel could desalinate where the best preparation was the H6 hydrogel preparation based on tests of pH, temperature, salinity levels, sodium ion levels, and magnesium ion levels. From the results of the research that has been carried out, it can be concluded that the hydrogel, granule, and green algae powder preparations can desalinate brackish water based on the results of pH, temperature, salinity, sodium ion, and magnesium ion tests compared with zeolite, where the 6 g hydrogel preparation shows the best desalination capability of brackish water in the three wells.

Keywords: Brackish water, Green algae, Hydrogel, Desalination, *Spirogyra sp*

PENDAHULUAN

Air payau merupakan kombinasi air tawar dan air laut sehingga mempunyai kadar salinitas yang cukup tinggi. Air ini apabila tidak diolah maka beresiko bagi kesehatan manusia, bila diminum dalam jangka waktu yang lama, dan dilaporkan juga dapat memicu penyakit kulit (Syamsudin & Arsil, 2020). Kecamatan Pedes Karawang dengan luas wilayah 5.115 Ha yang terbagi menjadi 8 desa diantaranya Desa Sungaibuntu yang memiliki Pantai sebagai tempat wisata alam yaitu salah satunya Pantai Pelangi dan memiliki berbagai sumber air diantaranya yaitu air sumur yang masih memiliki kadar salinitas air payau yang tinggi. Air payau ini masih dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk dikonsumsi sebagai air minum, selain itu di daerah tersebut banyak dibudidayakan Alga hijau yang berpotensi dikembangkan menjadi desalinasi air payau menjadi air bersih.

Kualitas air minum dapat ditentukan dengan beberapa cara, contohnya yaitu, penukar ion, absorpsi, *reverse osmosis*, teknologi membran, elektrokimia, dan ekstraksi (Patel, 2020; Albergamo, 2020; Maipa *et al.*, 2017; Elimelech *et al.*, 2011). Pada umumnya proses pemurnian air minum digunakan zeolit, *nitrifying bioreactors* (Navada *et al.*, 2020; Hamidah *et al.*, 2018; Purwaningtyas *et al.*, 2020). Alga hijau (*Spirogyra hyalina*) dapat digunakan sebagai biosorpsi ion logam berat pada air sehingga dapat meningkatkan kualitas air minum (Vogel & Bergmann, 2018). Pesisir Pantai Cibuaya banyak dibudidayakan alga hijau. Tumbuhan ini dapat digunakan sebagai Desalinasi, meningkatkan penyerapan limbah, mensuplai oksigen, bahkan menghasilkan zat antibakteri, antijamur, dan antioksidan (Abdullah *et*

al., 2022; Sahle-Demessie, 2019), terdapat penelitian yang menguji absorpsi alga hijau dengan berbagai bentuk sediaan diantaranya serbuk, granul, dan kertas dengan berbagai bobot. Masih jarang penelitian dalam mengembangkan sediaan alga dalam bentuk hidrogel. Penelitian ini bertujuan mengembangkan hidrogel alga hijau dengan perbandingan bentuk sediaan serbuk dan granul sebagai Desalinasi air payau dari tiga titik sampel air sumur yang berada di pesisir Pantai Pelangi Kecamatan Pedes, Karawang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini dilakukan dengan penelitian kuasi eksperimental, dengan membandingkan 7 kelompok sediaan alga hijau: 1) sediaan serbuk alga hijau 20 g, 2) sediaan granul alga hijau 20 g, 3) sediaan hidrogel alga hijau 2 g, 4) sediaan hidrogel alga hijau 4 g, 5) sediaan hidrogel alga hijau 6 g, 6) sediaan hidrogel tanpa alga hijau, 7) Filter zeolit sebagai kontrol. Kemudian tiap kelompok diuji kualitas hidrogel meliputi organoleptik, Uji Viskositas, pH, Rasio swelling dan Fraksi gel. Selanjutnya diuji kemampuan desalinasi air payau dan di uji kualitas air payau, hasil proses menggunakan parameter suhu, pH, Salinitas, kadar ion natrium (Na^+) dan Magnesium (Mg^{2+}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Serbuk

Alga hijau yang diambil di daerah pesisir Pantai Cibuaya dan sering disebut “Lumut” merupakan tumbuhan yang mudah didapat tetapi sulit untuk dicari. Tumbuhan tersebut mudah tumbuh ketika musim hujan atau lembab. Sebanyak 1 kg Alga hijau basah yang sudah dikeringkan

kemudian didapatkan bobot simplisia alga hijau sebanyak 28,35 g, untuk hasil serbuk yang sudah dihaluskan didapatkan hasil sebanyak 84,22 g serbuk. Setelah itu dilakukan pembagian serbuk menjadi 5 bagian berat yang berbeda yaitu, 2 g, 4 g, 6 g serbuk untuk pembuatan sediaan hidrogel dengan formula H2, H4, dan H6, 500 g serbuk untuk pembuatan granul, 20 g serbuk untuk proses desalinasi air payau.

Pembuatan Granul

Serbuk alga hijau sebanyak 500 g dibuat granul dengan cara granulasi kering, hasil granul alga hijau kemudian dilanjutkan untuk proses desalinasi selanjutnya. Karakteristik fisik granul dapat memberikan gambaran mengenai kestabilan suatu sediaan yang kemudian dapat dilanjutkan dengan pengujian granul. Sifat fisik sediaan yang baik memberikan stabilitas pada granul, sehingga diharapkan juga stabil secara kimia dibandingkan dengan sifat fisik yang tidak baik. Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait Formulasi tablet ekstrak Alga coklat (*Sargassum* Sp.) dengan variasi Polivinil Piroolidon (PVP) sebagai bahan pengikat metode granulasi basah memiliki hasil sebagai bahan pengikat formula dengan konsentrasi 3%, 5%, dan 9%.

Formulasi Hidrogel Alga Hijau

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sediaan hidrogel alga hijau sebagai desalinasi air payau dengan zat aktif dari tumbuhan alga hijau yang dibuat dalam 4 formula dengan variasi konsentrasi zat aktif yang berbeda yaitu H0 (Sediaan tanpa alga hijau), H2 (kandungan alga hijau 2 g), H4 (kandungan alga hijau 4 g), H6 (kandungan alga hijau 6 g). Berbeda konsentrasi

untuk mengetahui pada konsentrasi berapa yang memiliki desalinasi yang paling baik dan diuji dengan tiga sampel air sumur atau bisa disebut air payau karena masih memiliki tingkat salinitas yang sangat tinggi. Sampel tersebut diambil dari sumur warga yang berada di daerah Pesisir Pantai Pelangi Kecamatan Pedes Karawang.

Hidrogel dengan menggunakan enam bahan dasar, Alga hijau yang berperan sebagai zat aktif dalam pembuatan sediaan hidrogel, kemudian Agar sebagai polimer utama berfungsi sebagai bentuk dasar hidrogel yaitu berfungsi sebagai pengental, kemudian PVP K-30 berfungsi untuk pensuspensi, Karagenan untuk meningkatkan daya serap hidrogel serta meningkatkan penampilan hidrogel, jenis karagenan ini dipilih karena dapat menghasilkan suatu gel yang kuat dan rapuh, Gliserol sebagai *plasticizer* yang akan membuat gel menjadi lembut dan elastis.

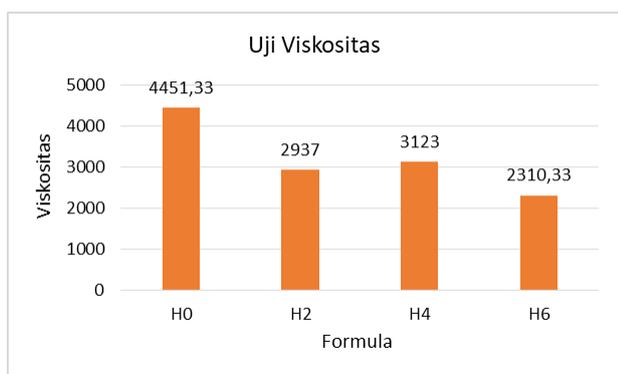
Seluruh formula dapat berbentuk hidrogel, dengan kombinasi Karagenan, agar, dan PVP K-30 digunakan untuk membentuk suatu ikatan silang antar polimer jaringan sehingga dapat memperbaiki sifat fisik dari hidrogel. Seluruh formula memiliki kekuatan mekanik yang baik sehingga hidrogel yang terbentuk kuat dan mudah rapuh, hal ini menunjukkan bahwa ikatan silang yang terbentuk antara karagenan, agar dan PVP lebih bagus. Berdasarkan penelitian sebelumnya Pembuatan hidrogel dari tongkol jagung (*Zea mays l.*) Sebagai absorben logam berat Cu dan Fe Kemampuan penyerapan hidrogel terhadap logam Cu maksimum pada penambahan EDTA 0,150 gram sebesar 22,40% dan pada logam Fe dengan penambahan EDTA 0,125 gram sebesar 15,61% (Tuljannah, 2021). Sedangkan pada penelitian Kartika *et al.*, 2015 hasil basis hidrogel yang memiliki bentuk

yang padat dan kaku berwarna bening kekuningan, basis yang dapat membentuk hidrogel dengan baik dan formula yang mengandung PVP 1%, Kappa karagenan 2%, KCL 0,2%, PEG 400 1%, agar 1%, dan gliserin 1%.

Uji Viskositas

Sediaan hidrogel yang telah dibuat dengan cara *cross linking*, kemudian dilanjut dengan uji Viskositas menggunakan alat *Viskometer Brookfield* menggunakan spindle no 2, dengan kecepatan 30 rpm.

Hasil rata-rata pengujian Viskositas dari tiap formula yaitu H0 sebesar 4451,33 cPs, H2 sebesar 2937 cPs, H4 sebesar 3123 cPs, dan H6 sebesar 2310,33 cPs. Hasil pengujian Viskositas sediaan hidrogel alga hijau juga dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



Gambar 1. Uji Viskositas Hidrogel Alga hijau

Berdasarkan pada gambar diatas didapatkan kisaran viskositas hidrogel antara 2937 – 4451,33 cPs, dimana nilai rata-rata tertinggi dari pH hidrogel alga hijau yaitu H0 sebesar 4451,33 cPs, kemudian disusul oleh H4 sebesar 3123 cPs, kemudian disusul oleh H2 sebesar 2937 cPs, dan paling rendah yaitu H6 sebesar 2310,33 cPs.

Hasil uji viskositas dari berbagai sampel memiliki kisaran antara 2937 – 4451,33 cPs, dimana uji kekentalan hidrogel dibaca dengan viskometer pada skala cPs, harus berada pada

rentang nilai 2000-4000 cPs (Yuliani, 2012). Kekentalan pada formula hidrogel dan tingginya kandungan ekstrak akan mempengaruhi viskositas sediaan atau kekentalan (Edy *et al.*, 2019). Pada hasil uji viskositas menunjukkan nilai viskositas sediaan hidrogel yang baik karena memenuhi standar viskositas yaitu 2000 – 4000 cPs, terkecuali pada sediaan H0 memiliki nilai viskositas terlalu tinggi yaitu 4451,33 cPs.

Dari hasil sediaan hidrogel menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Alga hijau maka nilai viskositas sediaan yang didapatkan semakin menurun. Viskositas sediaan menggambarkan kekentalan sediaan yang dihasilkan. Nilai viskositas yang berbeda dari masing-masing formula disebabkan oleh perbedaan komposisi zat aktifnya. Penggunaan zat aktif yang lebih banyak menghasilkan sediaan dengan viskositas yang lebih rendah. Sedangkan sediaan yang tidak mengandung zat aktif menghasilkan nilai viskositas yang tinggi. Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu mengenai Optimasi formula hidrogel ekstrak etanol buah kapulaga dengan kombinasi gelling agent HPMC dan Natrium Alginat menggunakan simplex lattice design hasil uji viskositas yang didapat yaitu memenuhi nilai kriteria Viskositas (Putri & Anindhita, 2022).

Hasil Uji Organoleptik

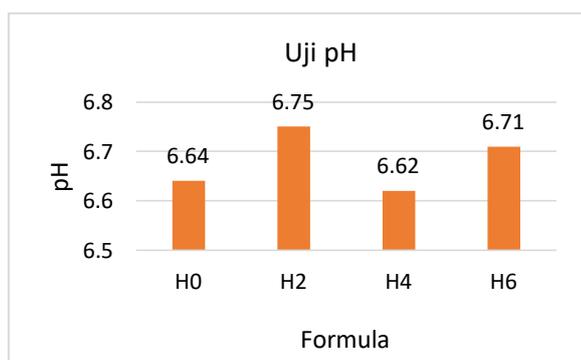
Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui bentuk, bau, rasa dan warna, karena hidrogel ini merupakan sediaan luar maka tidak dilakukan pengujian rasa terhadap sediaan hidrogel. Perbedaan warna pada sediaan ini merupakan pengaruh dari jumlah zat aktif yang berbeda dari masing-masing formula. Pengujian organoleptik pada sediaan hidrogel alga hijau dengan kode

formula (H0, H2, H4, H6) dilakukan pengulangan secara triplo.

Berdasarkan pengujian di atas sediaan hidrogel alga hijau memiliki khas bau alga hijau, warna hijau tua dan bentuk hidrogel yang mudah rapuh. Belum ada penelitian terkait sediaan hidrogel alga hijau namun peneliti menemukan dalam sebuah jurnal yaitu Uji stabilitas fisik sediaan masker Gel dari Ekstrak Alga Merah (*Poryphyra sp*) tidak terjadi perubahan warna, bau, tekstur dan bentuk, yang artinya secara organoleptik masker gel masih dalam keadaan stabil mulai dari hari ke 0 hingga hari ke 31 (Numberi *et al.*, 2020). Sedangkan pada penelitian Kartika *et al.*, 2015 hasil basis hidrogel yang memiliki bentuk yang padat dan kaku berwarna bening kekuningan, basis yang dapat membentuk hidrogel dengan baik.

Uji pH

Sediaan hidrogel yang sudah dibuat kemudian dilanjutkan dengan pengujian pH dengan menggunakan alat pH meter (*Lovibond Senso Direct*). Didapatkan hasil rata-rata pengujian pH dari tiap formula yaitu H0 sebesar 6,64, H2 sebesar 6,75, H4 sebesar 6,62, dan H6 sebesar 6,71. Hasil pengujian pH sediaan hidrogel alga hijau juga dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Uji pH Hidrogel Alga hijau

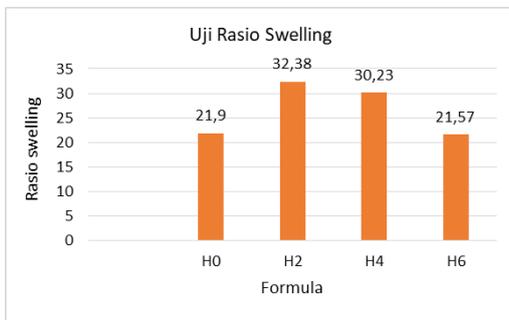
Berdasarkan Gambar diatas didapatkan kisaran nilai pH hidrogel antara 6,75-6,62. Hasil dari nilai

rata-rata tertinggi dari pH hidrogel alga hijau yaitu H2 sebesar 6,75, kemudian disusul oleh H6 sebesar 6,71, kemudian disusul oleh H0 sebesar 6,64, dan H4 sebesar 6,62.

Hasil uji pH dari berbagai sampel memiliki kisaran antara 6,62-6,75. Bahwa hasil pH tersebut sudah memenuhi syarat pH air bersih yaitu 6,5-8,5 (Permenkes, 2017). Analisis pH bertujuan untuk mengetahui kesesuaian pH bentuk sediaan dengan pH air bersih yaitu 6,5-8,5 (Taurina *et al.*, 2018). Sediaan hidrogel alga hijau dengan kode formula (H0, H2, H4, H6) telah memenuhi syarat pengujian pH. Jika pH turun maka air akan bersifat asam dan akan menimbulkan terjadinya korosi, sebaliknya jika pH naik maka air akan bersifat basa dan potensi kerak semakin besar (Yunanda & Riyadi, 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu mengenai Evaluasi hidrogel ekstrak etanol daun gaharu dengan kombinasi Basis Karbopol 940 dan HPMC K4M didapatkan hasil pengujian pH yaitu relatif $\leq 6,5$, karena menyesuaikan pH kulit (4,5–6,5) (Harliantika & Noval, 2021).

Rasio Swelling

Rasio swelling dilakukan dengan merendam hidrogel selama 24 jam dalam aquadest yang bertujuan untuk mengetahui dan melihat kemampuan hidrogel mengembang untuk dapat menyerap air. Dari pengujian Rasio swelling hidrogel didapatkan hasil pengujian tiap-tiap formulanya yaitu H0 sebesar 21,90%, H2 sebesar 32,38%, H4 sebesar 30,23%, dan H6 sebesar 21,57%. Hasil uji Rasio swelling juga dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Uji Rasio Swelling Hidrogel Alga hijau

Berdasarkan gambar diatas didapatkan kisaran dari hasil rasio swelling antara 21,9-32,38%, hasil Rasio swelling meningkat sebanding dengan ketebalan dari sediaan didapatkan nilai rata-rata tertinggi yaitu H2 sebesar 32,38%, kemudian disusul oleh H4 30,23%, kemudian H0 21,90%, kemudian disusul oleh H6 21,57%,

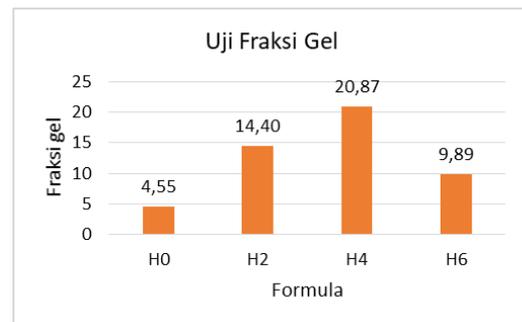
Hasil uji Rasio Swelling dari berbagai sampel memiliki kisaran antara 21,9-32,38%. Hal ini dapat diakibatkan karena tebal sediaan yang paling tebal diantara setiap sediaan sehingga kemampuan sediaan dalam menyerap air lebih tinggi (Rahayuningdyah *et al.*, 2020). Pada formula H6 dengan kandungan Alga hijau 6 gram mempunyai rasio swelling yang paling rendah dikarenakan Alga hijau 6 gram mempunyai kemampuan swelling yang rendah. Sedangkan Rasio swelling dengan nilai tertinggi didapatkan pada formula H2 dengan konsentrasi Alga hijau 2 gram yang paling tinggi yaitu 32,38%, hal tersebut dapat menunjukkan bahwa hidrogel dengan kandungan alga hijau 2 gram dapat meningkatkan kemampuan menyerap dari sediaan dibandingkan dengan hidrogel tanpa zat aktif.

Rasio swelling merupakan salah satu evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan mengembang dari hidrogel untuk dapat menyerap air, rasio swelling menunjukkan perbandingan air yang diserap oleh hidrogel terhadap berat kering hidrogel (Nasir, 2010). Pada penelitian sebelumnya

terkait Pembuatan Hidrogel Dari Tongkol Jagung (*Zea mays L.*) sebagai absorben logam berat Cu dan Fe diperoleh hidrogel dengan rasio swelling paling tinggi pada penambahan EDTA 0,100 gram yaitu sebesar 381% dan rasio swelling paling rendah pada penambahan EDTA 0,150 g yaitu sebesar 366,20% (Tuljannah, 2021).

Fraksi Gel

Uji fraksi gel dilakukan dengan merendam hidrogel dalam aquadest kemudian dikeringkan kembali dengan cara dioven yang bertujuan untuk mengukur derajat silang dan hidrogel yang menunjukkan jumlah ikatan silang polimer. Hasil Fraksi Gel yang didapatkan pada H0 yaitu 4,55%, Pada H2 yaitu 14,40%, kemudian H4 yaitu 20,87% , pada H6 9,89%. Hasil pengujian Fraksi gel juga dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4. Uji Fraksi gel

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.5 didapatkan hasil kisaran dari nilai fraksi gel antara 20,87-4,55%. Nilai fraksi gel tertinggi terdapat pada formula H4 yaitu sebesar 20,87% dimana merupakan Hidrogel yang mengandung Alga hijau sebanyak 4 gram, hidrogel terendah yaitu H0 sebesar 4,55%.

Banyaknya fraksi yang tidak terlarut dalam sediaan menunjukkan ikatan silang yang terbentuk dari hidrogel. Namun fraksi gel rendah kemungkinan adanya pembentukan gel yang tidak

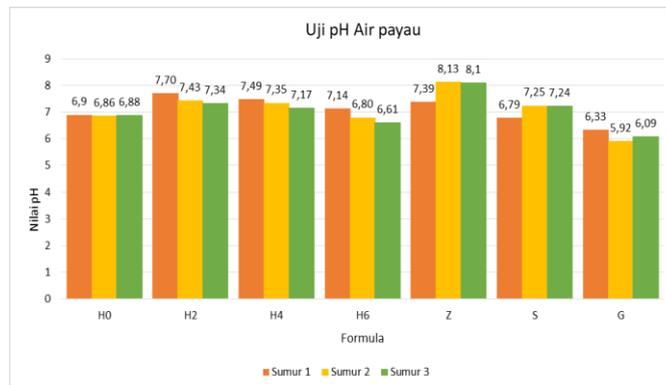
sempurna sehingga hidrogel konsentrasi H0 nilainya paling rendah, gel yang tidak terbentuk kemudian larut dalam air (Fransiska., & Reynaldi., 2019). Semakin tinggi nilai Fraksi gel maka Jumlah hidrogel yang terlarut semakin kecil dan hidrogel yang terbentuk dan berikatan silang semakin banyak (Kartika *et al.*, 2015). Nilai Fraksi gel yang rendah dikarenakan sediaan yang terlalu tipis dan mudah robek, sehingga ketika perendaman selama 24 jam banyak komponen yang hilang larut dalam air (Rahayuningdyah *et al.*, 2020). Sedangkan pada formula H2 yang mempunyai nilai rasio swelling tertinggi memiliki nilai fraksi gel yang rendah dikarenakan semakin tinggi rasio swelling maka akan semakin mudah hidrogel dalam menyerap air, dan semakin banyak rongga yang terdapat dalam hidrogel, sehingga jaringan terikat silang yang terbentuk dalam hidrogel juga akan semakin kecil (Nurrahmi *et al.*, 2016).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu mengenai Pengembangan formula hidrogel balutan luka menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVP didapatkan hasil uji fraksi gel, yaitu semakin kecil konsentrasi PVP maka semakin tinggi nilai fraksi gel dimana hasil ini menunjukkan hidrogel yang larut semakin kecil dan banyak berikatan silang (Rahayuningdyah *et al.*, 2020). Hasil tersebut berbeda dengan penelitian ini dimana hasil pengujian fraksi gel adanya peningkatan nilai setiap penambahan persenan polimer PVA (Nurrahmi *et al.*, 2016).

Uji Kualitas air payau dan kemampuan desalinasi

Uji pH

Metode pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Berikut adalah grafik hasil uji pH air payau setelah proses desalinasi



Gambar 5. Hasil uji pH Air payau

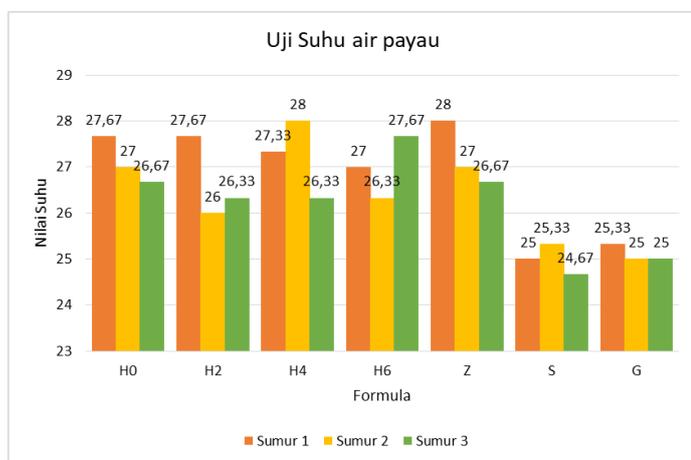
Nilai pH sumur 1 pada gambar diatas yaitu H0, H2, H4, H6, Z, S dan G memiliki kisaran antara 6,33-7,70. Sedangkan nilai pH yang masih sesuai dengan standar baku mutu air bersih Permenkes No. 32 Tahun 2017 dengan nilai pH antara 6,5-8,5 yaitu H0, H2, H4, H6, Z dan S, sedangkan pada sampel G tidak memenuhi standar baku mutu air bersih. Nilai pH dalam suatu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya curah hujan dan pengaruh dari daratan maupun proses oksidasi yang dapat mengakibatkan rendahnya nilai pH (Edward & Tarigan, 2003). Nilai pH sumur 2 memiliki kisaran antara 5,92-8,13, sedangkan pada standar baku mutu air bersih yaitu 6,5-8,5 menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017, yang memasuki standar baku mutu yaitu H0, H2, H4, H6, Zeolit dan serbuk, pada granul mengalami penurunan sehingga granul tidak memenuhi standar baku mutu air bersih. Karena rendahnya nilai pH pada air payau bisa terjadi karena adanya pengaruh massa air dari beberapa muara sungai di sekitarnya.

Dapat dilihat dari sampel sumur 1, sumur 2, dan sumur 3 yang memiliki kisaran pH antara 6,5-8,5 yaitu H0, H2, H4, H6, Zeolit, Serbuk dan yang tidak memenuhi standar baku mutu air bersih yaitu Granul karna pH yang didapat < 6,5. Air payau dengan pH yang rendah tidak berpengaruh pada

kesehatan tetapi akan menyebabkan korosi lebih cepat terjadi pada logam seperti pipa air (Sari & Huljana, 2019). Nilai pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air, sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0. Apabila pH lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 8,5 maka akan mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Yunanda & Riyadi, 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya Analisis Bau, Warna, TDS, pH, dan salinitas air sumur gali di tempat pembuangan akhir bahwa air yang tercemar oleh limbah tambang, industri, dan pengaruh lingkungan alamnya dapat menyebabkan air bertambah asam dengan pH lebih kecil dari 5 (Sari & Huljana, 2019).

Suhu

Pengukuran suhu menggunakan alat Termometer yang dimana alat termometer dicelupkan ke dalam sampel tunggu sampai 5 menit kemudian catat hasil dari suhu dapat dilihat pada



Gambar 6 Hasil suhu air payau

Berdasarkan gambar di atas bahwa hasil dari uji suhu dari ketiga air Sumur tersebut didapatkan hasil yang paling rendah yaitu pada sediaan Serbuk, akan tetapi yang paling tertinggi nilai suhu dari ketiga air sumur tersebut yaitu Sumur 1 dan sumur 2

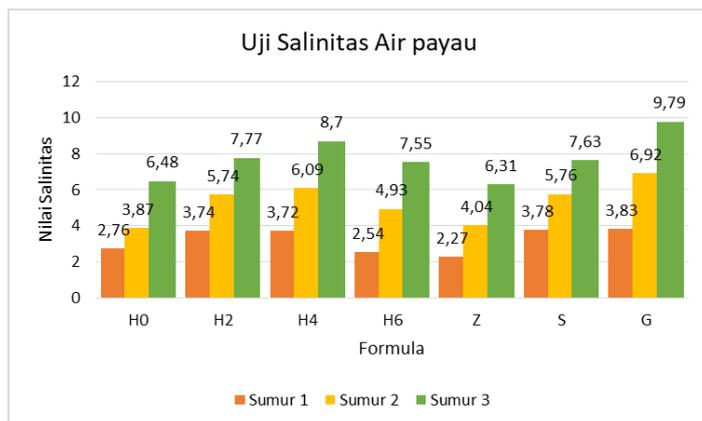
zeolit, sumur 3 yaitu H6. Penurunan suhu berkaitan dengan berkurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan, sehingga dapat menyebabkan suhu di permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di dasar perairan (Sidabutar *et al.*, 2019). Menurut Standar baku mutu suhu air bersih yaitu 15-30°C menurut Peraturan Menteri Kesehatan N0. 32 Tahun 2017 bahwa suhu sumur 1, sumur 2, dan sumur 3 setelah perlakuan seluruh kelompok telah memenuhi kriteria.

Perairan yang dangkal, cahaya lebih mudah menembus dasar perairan daripada di perairan yang lebih dalam. Perbedaan suhu air dapat disebabkan oleh pembentukan permukaan atau kedalaman, yang berkaitan dengan perbedaan penetrasi sinar matahari ke lapisan permukaan dan lapisan yang lebih dalam, sehingga cahaya juga dapat mempengaruhi suhu pada air tersebut. Selain karena faktor kedalaman dan intensitas cahaya matahari, tingginya suhu pada air payau dipengaruhi oleh letak titik air payau yang diambil. Tingginya nilai suhu diperkirakan karena adanya pergerakan massa air tawar dari aliran sungai yang masuk ke perairan. Gerakan massa air tersebut dapat menimbulkan panas, akibat dari gesekan antar molekul air, sehingga suhu air laut menjadi lebih hangat.

Salinitas

Proses uji Salinitas dilakukan pada variasi H0, H2, H4, H6, zeolit, serbuk dan granul di ketiga air sumur yang diambil di daerah pesisir Pantai Pelangi, sampel yang didapatkan kemudian diuji menggunakan alat *Conductivity Meter*. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mengetahui dengan konsentrasi dan sediaan mana yang mampu

memberikan penurunan salinitas terbaik. Gambar berikut adalah hasil pengujian kadar salinitas air



Gambar 7. Hasil kadar salinitas air payau

Berdasarkan Gambar bahwa sediaan hidrogel dari berbagai konsentrasi, zeolit, serbuk, dan granul dapat menurunkan kadar salinitas sampel. Nilai awal salinitas sebelum proses desalinasi yaitu pada sumur 1 sebesar 3,58 %, sumur 2 yaitu 5,75 %, kemudian pada sumur 3 yaitu 6,44 %. Hasil perbandingan sediaan hidrogel, zeolit, serbuk, dan granul nilai yang paling baik dari penurunan salinitas ada pada sediaan H6, karena semakin kecil nilai salinitas maka semakin bagus. Kedalaman berpengaruh terhadap salinitas yaitu nilai salinitas akan semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman (Sidabutar *et al.*, 2019). Salah satu faktor yang mempengaruhi penyebaran air adalah banyaknya air tawar yang masuk ke dalam air laut, di perairan yang lebih dangkal, intrusi air tawar dapat menyebar ke dasar perairan, sehingga salinitas menjadi lebih rendah (Ismail & Ankiq, 2017).

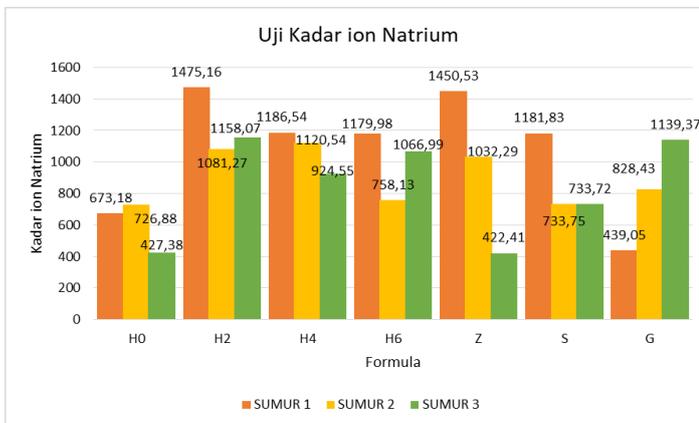
Standar salinitas air dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu air tawar, air payau, dan air asin. Nilai baku untuk salinitas air tawar adalah 0,5%, salinitas air payau 0,5-30%, salinitas air asin 30-50 %, air sangat asin atau salinitas air laut 40% (Hasrianti & Nuraisa, 2015). Salinitas sumur 1 memenuhi kriteria air payau, yang salinitasnya

bervariasi antara 0,5-30%. Rendahnya nilai salinitas di perairan ini menunjukkan adanya pengaruh dari daratan seperti pencampuran dengan air tawar dan air pantai yang karena pengambilan sampel yang berada pada wilayah pesisir pantai. Salinitas pada perairan ini masih baik digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari karena telah memenuhi standar baku mutu kriteria air payau.

Nilai salinitas di sekitar pantai akan cenderung lebih rendah namun hal ini tidak terjadi pada sumur 1, sumur 2 dan sumur 3 meskipun terletak di dekat daratan yang berada di sekitar wilayah pesisir Pantai dan membuktikan bahwa kemungkinan sumber masukan dari daratan berpengaruh sangat kecil atau dengan kata lain asupan massa air dari laut termasuk lebih tinggi. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa dimana nilai salinitas pada ujung Teluk Ambon dalam memiliki salinitas tinggi, meskipun terdapat banyak Muara Sungai di sekitarnya (Gemilang *et al.*, 2017). Adapun berdasarkan penelitian Sidabutar *et al.*, 2019 salinitas pada kedalaman 1, 5 dan 10 meter di perairan Teluk Prigi berkisar antara 32,31 – 34,18%. Menurut penelitian lain juga dengan penurunan salinitas sebesar 99,54 % (Aziza *et al.*, 2014).

Pengukuran Kadar Natrium (Na⁺)

Sampel air payau dari tiga titik kemudian diukur kadar natrium menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (AAS). Berikut ini adalah grafik hasil kadar ion natrium dari tiga titik sumur.



Gambar 8. Hasil Kadar ion natrium

Hasil dari pengukuran kadar ion natrium dapat dilihat pada gambar di atas menggunakan metode analisis Spektrometri Serapan Atom (AAS). Pada sumur 1 memiliki kisaran kadar ion natrium antara 439,05-1475,16 mg/l. Terjadi penurunan kadar ion natrium yang signifikan pada perlakuan kelompok granul, serbuk, H0, H4, dan H6 ($p < 0.05$) dimana kadar ion natrium sumur 1 sebelum perlakuan adalah 1200,14 mg/l. selain itu zeolit sebagai baku pembanding masih cukup tinggi kadar natrium yang dihasilkan dibandingkan pada perlakuan kelompok Granul, serbuk, H0, H4, dan H6. Persyaratan yang ditetapkan oleh Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum tentang kandungan Natrium yang telah dianjurkan yaitu sebesar 200 mg/l. Untuk konsentrasi natrium pada tingkat paling tinggi yaitu pada H2 sebesar 1475,16 mg/l, pada penelitian ini semua sampel sumur 1 masih belum memenuhi baku mutu air minum menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Hal ini karena konsentrasi natrium (Na^+) awal sangat tinggi, sehingga alga hijau tidak dapat menurunkan konsentrasi natrium (Na^+) untuk memenuhi baku mutu.

Hasil dari pengukuran kadar ion natrium sumur 2 memiliki kisaran antara 726,88-1120,54 mg/l. Terjadi penurunan kadar ion natrium yang signifikan pada perlakuan kelompok granul, serbuk,

H0, dan H6 ($p < 0.05$) dimana kadar ion natrium sumur 2 sebelum perlakuan adalah 840,20 mg/l. Pada sampel ini zeolit sebagai baku pembanding tidak dapat menurunkan kadar ion natrium. Nilai tertinggi ion natrium yaitu pada formula H4 sebesar 1120,54 mg/l, kemudian nilai yang paling terendah yaitu H0 sebesar 726,88 mg/l. Kadar ion natrium dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu curah hujan yang tinggi pada saat pengambilan sampel dan adanya sungai besar atau muara di sekitar lokasi pengambilan sampel.

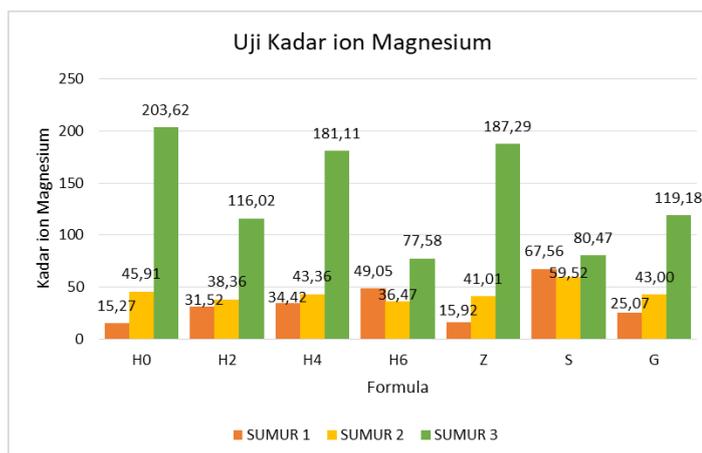
Hasil uji kadar ion natrium pada sumur 3 memiliki kisaran antara 422,41-1158,07 mg/l Berdasarkan grafik diatas terlihat penurunan kadar ion natrium yang signifikan pada perlakuan kelompok Granul, serbuk, Zeolit, H0, H2, H4, dan H6 ($p < 0.05$) dimana kadar ion natrium awal sumur 3 sebelum perlakuan adalah 1215,20 mg/l. Penurunan kadar ion natrium yang paling rendah yaitu terjadi pada perlakuan Zeolit 422,41 mg/l, Kadar ion natrium yang dihasilkan lebih rendah signifikan ($p < 0.05$) dibandingkan dengan hidrogel alga hijau, serbuk, dan granul.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar ion Natrium yaitu tingginya curah hujan pada saat pengambilan sampel, dan adanya sungai atau muara besar di sekitar tempat pengambilan sampel. Dinyatakan bahwa semua formula tidak memenuhi standar baku yaitu > 200 mg/l. Sumber natrium yang relatif tinggi terdapat pada tanah garaman yaitu tanah yang dekat dengan laut (Sitanggang, 2013).

Pengukuran kadar Magnesium (Mg^{2+})

Penentuan kadar ion magnesium (Mg^{2+}) dalam air payau dilakukan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil dari

analisa Magnesium (Mg^{2+}) pada air payau sumur 1 sebagai berikut :



Gambar 9. Hasil kadar ion Magnesium

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa kandungan ion magnesium yang terdapat pada sumur 1 memiliki kisaran antara 15,27-67,56 mg/l. Terjadi penurunan kadar ion magnesium ($p < 0.05$) untuk seluruh kelompok perlakuan granul, serbuk, zeolit, H0, H2, H4, dan H6 dimana kadar ion magnesium awal sumur 1 adalah 54,5 mg/l. Dari ke 7 sampel pada sumur 1 diperoleh hasil 4 sampel yaitu H2, H4, H6, Serbuk yang tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh PERMENKES No 492 tahun 2010 tentang kualitas air minum tentang kandungan magnesium yang telah dianjurkan yaitu sebesar 30 mg/l dan 3 sampel yang memenuhi syarat yang sudah ditentukan yaitu H0, Zeolit, dan Granul. Karena Magnesium (Mg^{2+}) yang masuk kedalam perairan dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan tingginya kesadahan air (Khodariya *et al.*, 2021). Hasil perbandingan sumur 1 zeolit memiliki hasil salinitas lebih rendah signifikan dibandingkan dengan Hidrogel alga hijau, serbuk dan granul. Untuk sediaan dengan kandungan alga hijau yang nilainya mendekati dengan nilai zeolit yaitu granul.

Berdasarkan hasil di atas ion magnesium yang terdapat pada sumur 2 memiliki kisaran antara

36,47-59,52 mg/l. Terjadi penurunan kadar ion magnesium ($p < 0.05$) untuk seluruh kelompok perlakuan granul, serbuk, zeolit, H0, H2, H4, dan H6 dimana kadar ion magnesium awal sumur 1 adalah 62,4 mg/l. Dilihat dari hasil di atas menunjukkan bahwa dari semua formula tidak memenuhi kriteria kualitas air minum yang sudah ditentukan karena kandungan ion magnesium yang tinggi. Kemampuan penurunan kadar ion Magnesium pada kelompok H2 dan H6 lebih baik dibandingkan zeolit, karena H2 dan H6 memiliki nilai ion magnesium lebih rendah dibandingkan nilai kadar ion Magnesium zeolit.

Berdasarkan hasil di atas ion magnesium yang terdapat pada sumur 3 memiliki kisaran antara 77,58-203,62 mg/l. Penurunan kadar ion magnesium terjadi pada kelompok perlakuan granul, serbuk, H2, dan H6. Pada sumur 3 zeolit memiliki hasil kadar ion magnesium lebih tinggi signifikan ($p < 0.05$) dibandingkan dengan hidrogel alga hijau, serbuk, dan granul. Untuk sediaan dengan kandungan alga hijau yang nilainya ion magnesium lebih rendah dibandingkan nilai zeolit yaitu H2, H6, serbuk, dan granul. Nilai H6 memiliki nilai yang lebih rendah dengan nilai kadar ion magnesium pada perlakuan zeolit sehingga pada kelompok ini memiliki kemampuan penurunan ion magnesium paling baik.

Sampel sumur air payau didapatkan di wilayah sekitar pesisir pantai Pelangi salah satu wilayah yang masih banyak dari warganya menggunakan air sumur sebagai air minum sehari-hari, maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan magnesium (Mg^{2+}) pada air sumur pesisir Pantai Pelangi. Dari hasil uji sampel dari 7 formula, yang diperoleh hasil semua formula tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Permenkes

tahun 2010, bahkan nilai kadar Magnesium yang diperoleh dari masing-masing formula sangat tinggi sehingga tidak baik untuk dikonsumsi. Kadar ion Magnesium (Mg^{2+}) yang tinggi dapat menyebabkan tingginya kesadahan air (Khodariya *et al.*, 2021).

Kadar magnesium yang normal dapat mempertahankan tonus otot polos dan membantu mengontrol tekanan darah. Magnesium juga dapat melindungi otot jantung dari kerusakan selama iskemia (Barasi, 2007).

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sediaan hidrogel, granul, dan serbuk alga hijau memiliki kemampuan dalam desalinasi air payau berdasarkan hasil uji pH, suhu, salinitas, ion natrium, dan ion magnesium yang dibandingkan dengan zeolit, dimana sediaan hidrogel 6 g menunjukkan kemampuan desalinasi paling baik di ketiga sumur.

Saran

Perlu dilakukan penelitian desalinasi lebih lanjut mengenai kadar ion-ion logam lain pada sampel air payau dengan menggunakan hidrogel alga hijau *Spirogyra sp.*

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah., Al-Radadi, NS., Hussain, T., Faisal, S. & Shah, SAR. (2022). Novel biosynthesis, characterization and bio-catalytic potential of green algae (*Spirogyra hylina*) mediated silver nanomaterials. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 411-419.

Albergamo V, Escher Bi, Schymanski EL, Helmus R, Dingemans MML, Cornelissen ER, Kraak MHS, Hollender J dan de Voogt P. (2020). Evaluation of reverse osmosis drinking water

treatment of riverbank filtrate using bioanalytical tools and non-target screening. *Journal Environmental Science Water Research & Technology*, 1(6), 103-116.

- Aziza, F. N., Latifah, L., & Kusumastuti, E. (2014). Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi Ammonium Nitrat (NH_4NO_3) Untuk Menurunkan Salinitas Air Sumur Payau. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(3). 119-126.
- Barasi, M. (2007). *Nutrition at a Glance. Penerjemah: Hermin.* (2009). At a Glance: Ilmu Gizi. Jakarta: Penerbit Erlangga. Hal. 52
- Edward dan Tarigan Z.(2003). Pemantauan kondisi hidrologi perairan Raha P. Muna, Sulawesi Tenggara Dalam Kaitannya Dengan Kondisi Terumbu Karang. *Makara, Sains*, Vol. 7 (2): 73-82.
- Edy, H. J., Marchaban, M., Wahyuono, S., & Nugroho, A. E. (2019). Pengujian Aktivitas Antibakteri Hidrogel Ekstrak Etanol Daun *Tagetes erecta L.* *Jurnal MIPA*, 8(3), 96-98.
- Fransiska, D., & Reynaldi, A. (2019). Karakteristik Hidrogel Dari Iota Karaginan dan PVA (Poly-Vinyl Alcohol) Dengan Metode Freezing-Thawing Cycle. *Jambura Fish Processing Journal*, 1(1), 24-34.
- Gemilang, W.A., Guntur, A.R., dan Ulung, J.W. Kualitas Perairan Teluk Ambon Dalam Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia Pada Musim Peralihan I. *Jurnal Enviro Scientiae*, 13(1). 46-52.
- Hamidah, L. N., dan Rahmayanti, A. (2018). Pemanfaatan zeolit dan karbon aktif dalam menurunkan jumlah bakteri pada filter pengolah air payau. *In Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*.1(1), 113-118.
- Harliantika, Y., & Noval, N. (2021). Formulasi dan Evaluasi Hidrogel Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria malacensis Lamk.*) dengan Kombinasi Basis Karbopol 940 dan HPMC K4M. *Journal Pharmasci*, 6(1), 37-46.
- Hasrianti, & Nuraisa. (2015). *Jurnal Elektronik Universitas Cokroaminoto Palopo*, 2 (1), 747-896.

- Ismail, M.F.A dan Anqiq, T. Sebaran Horizontal Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Di Pantai Dumoga, Sulawesi Utara. *Jurnal Harpodon Borneo*. 5(1). 51-56.
- Kartika, R., Gadri, A., Amila, G. & Darma, E. (2015). Formulasi basis sediaan pembalut luka hidrogel dengan teknik beku leleh menggunakan polimer kappa karagenan. *Prosiding Farmasi*, 643-648.
- Kemenkes. (2010). Permenkes No 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Kemenkes. (2017). Permenkes RI. Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- Khodariya, N., Efendy, M., Amir, N., & Nuzula, N. I. (2021). Analisa Kadar Magnesium (Mg) pada Air Bahan Baku Garam Di PT. Garam Persero Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(4), 277-281.
- Maipa, A., Mushlihah, S., Wulandari, A., Qalbi, N., Wirabuana, A. & Ervita, U. (2017). Biofiltration Efficiency of Algae *Spirogyra hylina* to Reduce Salinity of Sea Water. *International Journal of Applied Biology*. 1 (1): 9-13.
- Nasir, M. (2010). Sifat Daya Serap Air Dan Stabilitas Penyerapan Air Hidrogel Polimer Komposit., *Jurnal Kimia Terapan Indonesia* 12(2). 79-83.
- Navada, Sharada, Marianna, S., Jelena K., Ragoblid O., et al. (2020). A Salty Start: Brackish Water Start-Up As A Microbial Management Strategy For Nitrifying Bioreactors With Variable Salinity. *Science Of The Total Environment*, 739(1), 1-11.
- Numberi, A. M., Dewipratiwi, R., & Gunawan, E. (2020). Uji Stabilitas Fisik Sediaan Masker Gel dari Ekstrak Alga Merah (Poryphyra sp). *Majalah Farmasetika*, 5(1), 1-17.
- Nurrahmi, F., Siregar, Yusni. I, and Dina. F. (2016). Production Of Basic Material Carrageenan Hydrogel Using Polymer Based Polyvinyl Alcohol (PVA). *Jurnal Online Mahasiswa*, 4(1), 1-10.
- Patel, S. K., Qin, M., Walker, W. S., & Elimelech, M. (2020). Energy efficiency of electro-driven brackish water desalination: Electrodialysis significantly outperforms membrane capacitive deionization. *Environmental science & technology*, 54(6), 3663-3677.
- Purwaningtyas, F Y., Mustakim, Z., Arifah, Z N., Chafsoh Rohmah, C dan Anastasya, T D. (2020). Desalinasi Air Payau Desa Kemudi Gresik Menggunakan Adsorben Zeolit Teraktivasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 1693-4393.
- Putri, W. E., & Anindhita, M. A. (2022). Optimization Of Cardamom Fruit Ethanol Extract Gel With Combination Of HPMC And Sodium Alginate As The Gelling Agent Using Simplex Lattice Design. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 107-120.
- Rahayuningdyah, D.W., Lyrawati, D., Widodo, F., Puspita, O.E. (2020) Pengembangan Formula Hidrogel Balut Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktoman dan PVP. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 5(2) 117-122.
- Sahle-Demessie E, Hassan AA, and El Badawy A. (2019). Bio-Desalination Of Brackish And Seawater Using Halophytic Algae. Desalination. *National Library of Medicine*, 465: 104–113.
- Sari, M., & Huljana, M. (2019). Analisis bau, warna, TDS, pH, dan salinitas air sumur gali di tempat pembuangan akhir. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 3(1), 1-5.
- Sidabutar, E. A., Sartimbul, A., & Handayani, M. (2019). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut terhadap kedalaman di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 46-52.
- Sitanggang, S. S. (2013). "Penetapan kadar kalsium, kalium dan natrium Nanas (anas comocus (l) merr) secara spektrofotometer serapan

atom,” Sumatra Utara: University of Sumatera Utara Institutional Repository.

- Syamsudin, S dan Arsil. 2020. Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Ampas Tebu Dalam Menurunkan Kadar Salinitas pada Air Payau. *Jurnal Sulolipo: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 20(1): 118-124.
- Taurina, W. et al. 2018. The Gel Formulation Of The Aqueous Phase Of Snakehead Fish (*Channa Striata*) Extract With Various Combinations Of HPMC K4m And Carbopol 934. *Pharmaciana*. 8(1): 97–106.
- Tuljannah, N. (2021). *Pembuatan Hidrogel dari Tongkol Jagung (Zea mays L.) sebagai Absorben Logam Berat Cu dan Fe*. Skripsi: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Vogel, V, and Bergmann, P. (2018). Culture Of *Spirogyra Sp.* In A Flat Panel Airlift Photobioreactor. Original Article. *National Library of Medicine*. 8(6): 1-9.
- Yuliani, S. H. (2012). *Formulasi Sediaan Hidrogel Penyembuh Luka Ekstrak Etanol Daun Binahong (Anredera cordifolia (Ten) Steenis)*. Skripsi: Universitas Gadjah Mada.
- Yunanda, E. A., & Riyadi, D. M. N. (2017). Desalinasi Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Menggunakan Metode Reverse Osmosis (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).