



OPTIMALISASI PENGGUNAAN KITOSAN LIMBAH KULIT UDANG VANNAMEI SEBAGAI KOAGULAN DALAM PERBAIKAN KUALITAS AIR DANAU

Shabriyani Hatma, Setyawati Yani dan Andi Suryanto

Magister Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar 90231, Indonesia

Magister Teknik Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Muslim Indonesia, Makassar 90231, Indonesia

Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar 90231, Indonesia

Email: hatmashabriyani@gmail.com, wati.yani@umi.ac.id, a.suryanto@umi.ac.id

Artikel info

Artikel history:

Diterima 14 Januari 2021

Diterima dalam bentuk

revisi 06 Februari 2021

Diterima dalam bentuk

revisi 18 Februari 2021

Keywords:

lake water pollution,
coagulant, chitosan,
vannamei

Abstract: Lake at Hasanuddin University or Lake UNHAS has been polluted so that it cannot be used optimally. Chitosan from shrimp shell waste Vannamei from the Makassar Industrial Area (KIMA) can be used as material for the water purification process. This study aims to determine the effect of chitosan concentration and stirring speed on the process of purifying lake water in UNHAS. The methods used were jar test, rapid mixing and slow mixing with variants of increasing the concentration of chitosan respectively 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 (wt%) at fast stirring rotational speed of 100, 300, 500, and slow stirring respectively. 70 rpm. The results showed that the best quality of lake water in terms of pH was achieved with the addition of 0.5% chitosan, while in terms of TDS and temperature, the best water quality was obtained in the addition of 2.5% chitosan. The optimum stirring speed that gives the best water quality in terms of pH and TDS is at 500 rpm, while the optimum speed giving the best water quality is obtained at 100 rpm. In general, this study shows that shrimp shell chitosan has the potential to be used as a coagulant for the process of improving the quality of lake water.

Abstrak: Danau di Universitas Hasanuddin atau Danau UNHAS telah mengalami pencemaran sehingga tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Kitosan dari limbah kulit udang Vannamei dari Kawasan Industri Makassar (KIMA) dapat digunakan sebagai bahan untuk proses penjernihan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan pada proses penjernihan air danau UNHAS. Metode yang digunakan adalah *jar test*, *rapid mixing* dan *slow mixing* dengan varian penambahan konsentrasi kitosan berturut-turut 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 (% berat) pada kecepatan putar pengadukan cepat berturut-turut 100, 300, 500, dan pengadukan lambat 70 rpm. Hasil penelitian menunjukkan

Kata Kunci:

pencemaran air danau,
koagulan, kitosan,
vannamei

bahwa kualitas air danau terbaik dari segi pH dicapai pada penambahan kitosan 0,5%, sedangkan dari segi TDS dan suhu, kualitas air terbaik diperoleh pada penambahan kitosan 2,5%. Kecepatan optimum pengadukan yang memberi kualitas air terbaik dari segi pH dan TDS adalah pada 500 rpm, sedangkan kecepatan optimum yang memberikan kualitas air dengan suhu terbaik diperoleh pada kecepatan 100 rpm. Secara umum, penelitian ini menunjukkan bahwa kitosan kulit udang memiliki potensi untuk digunakan sebagai koagulan untuk proses perbaikan kualitas air danau.

Corresponden author:

Email: hatmashabriyani@gmail.com
artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi

CC BY



Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia dan kaya akan potensi bahari. Salah satu potensi bahari yang dikembangkan adalah sumber daya perikanan, termasuk industri udang, yang sekaligus merupakan sumber utama biopolimer (Stefunny *et al*, 2016).

Limbah kulit udang dari Kawasan Industri Makassar yang cukup melimpah menjadi salah satu aspek yang perlu perhatian lebih. Berdasarkan Data Pusat Statistik dan Informasi (2012), produksi udang pada tahun 2010 mencapai 11.161 ton (Stefunny *et al*, 2016). Angka produksi ini akan terus meningkat seiring dengan tingkat konsumsi yang semakin tinggi tiap tahunnya. Hal ini mengakibatkan produksi limbah cangkang udang juga menjadi aspek yang perlu diperhatikan sebagai akibat dari peningkatan produksi udang tersebut.

Cangkang udang memiliki nilai ekonomis yang rendah. Cangkang udang apabila dibuang begitu saja akan terhidrolisis dan menghasilkan bau busuk serta meningkatkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) air sehingga dapat merusak kualitas air dan tanah. Limbah cangkang yang dibiarkan tersebut akan mengganggu kenyamanan masyarakat. Pembuangan limbah yang dilakukan oleh masyarakat atau hanya memanfaatkan limbah dengan cara dibakar begitu saja atau dibiarkan membusuk dan hanyut terbuang ke laut akan dapat menyebabkan pencemaran (Andi Aladin dkk, 2020). Pengelolaan sampah dengan cara penumpukan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah bukanlah penyelesaian yang baik dari permasalahan sampah (Setyawati Yani dkk, 2011).

Kurang optimalnya pemanfaatan limbah kulit udang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah kulit udang dalam industri rumah tangga umumnya diolah menjadi terasi atau dikeringkan untuk pakan unggas (Majid dkk, 2018). Hal itu kurang memiliki nilai ekonomis dibandingkan dengan mengolahnya menjadi kitin dan kitosan (Ifa dkk, 2018). Kitosan memiliki gugus amina (NH_2) yang bersifat nukleofil kuat yang menyebabkan kitosan dapat digunakan sebagai polielektrolit yang bersifat multifungsi dan berperan pada pembentukan flock (Sinardi dkk, 2013). Produksi bersih menawarkan suatu strategi yang bersifat solutif untuk meminimalisir dan mengoptimalkan penggunaan

sumberdaya air dan turut serta membantu pengelolaan lingkungan (Ratnawulan dkk, 2018)

Apabila ditinjau dari komposisinya, cangkang udang mengandung mineral, protein, dan kitin. Kitin yang kehilangan gugus asetilnya dikenal dengan kitosan yang dapat meningkatkan nilai guna dari cangkang udang. Keberadaan kitin yang cukup melimpah pada cangkang biota laut mendorong banyak penelitian tentang isolasi kitin untuk sintesis kitosan yang selanjutnya dapat dijadikan koagulan dalam perbaikan air danau (Stefunny *et al*, 2016). Kitosan memiliki pasangan elektron bebas dari nitrogen dan oksigen yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk membentuk kompleks dengan Cu (II) (Ifa dkk, 2019). Bahan koagulan yang umum dipakai pada proses pengolahan air adalah aluminium sulfat atau tawas (Arisoma dkk, 2018). Dengan pemanfaatan limbah udang menjadi biopolimer kitosan, maka limbah udang yang ada dapat berkurang sehingga masalah pencemaran lingkungan dapat ditanggulangi (Nurwanti, 2020). Kitosan dapat digunakan sebagai agen pengkelat logam serta mempunyai kemampuan mengikat lebih dari 1 mmol/g untuk beberapa logam berat dan beracun dalam satu proses penyerapan (Khairuni dkk, 2017). Kulit Udang sebagai hasil samping produksi udang beku belum banyak dimanfaatkan dalam bidang kimia atau farmasi. Kulit udang mempunyai kandungan kalsium karbonat, protein, dan kitin sebagai komponen utama (Hanafi *et al*, 2017). Kitin dan kitosan adalah bahan industri yang multifungsi dan multi guna (Edward J Dompeipen, 2016). Kitosan memiliki sifat relatif lebih reaktif dari kitin dan mudah diproduksi dalam bentuk serbuk, pasta, film, serat (Teresia *et al*, 2018)

Danau di Unhas diperkirakan telah mengalami pencemaran dan pendangkalan akibat aktivitas budidaya di sekitar danau, aktivitas mahasiswa, dan adanya limbah, baik limbah pemukiman maupun pariwisata. Danau merupakan salah satu sumber mata air yang memiliki berbagai peran di dalam masyarakat, baik ekonomi maupun social. (Sukmawati dkk, 2019) Jika dikelola dengan benar, maka danau akan berfungsi secara optimal sebagai penyangga kehidupan. (Pamudjianto & Sutiono, 2006) Salah satu jenis air yang tergolong pada air permukaan yaitu air danau (Mokodompit dkk., 2020). Secara kasat mata, danau di Unhas terlihat keruh, warna hijau, berlumut dan sangat tidak memungkinkan menjadi sumber air untuk kehidupan sehari-hari masyarakat sekitar. Dengan semakin banyaknya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan air bersih juga mengalami peningkatan (Hikmah dan Anggoro, 2019).

Kualitas air dapat diperbaiki dengan menambahkan suatu bahan kimia yang disebut koagulan. Koagulan berfungsi untuk mengikat partikel atau kotoran yang terkandung di dalam air menjadi gumpalan yang mempunyai ukuran lebih besar sehingga lebih cepat mengendap (Farodilah dkk, 2018).

Pengaruh penambahan koagulan dalam proses penjernihan air telah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Pada proses penjernihan air sumur, didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin kecil nilai pH, nilai turbidity, nilai TDS dan total hardness dari sampel air yang dipelari (Farikhatin dkk, 2019). Kitosan dari limbah kulit udang telah digunakan sebagai koagulan pada proses penjernihan air sungai dan diketahui bahwa kitosan tersebut cukup efektif dalam menurunkan turbiditas air sungai (Majid dkk, 2018) dan . Kombinasi tawas dan kitosan juga telah digunakan pada proses penjernihan air limbah tekstil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan mampu berperan sebagai koagulan limbah cair tekstil seperti halnya tawas (Meicahayanti dkk, 2018). Kitosan dari limbah kulit kepiting telah digunakan sebagai penjernih air rawa dan air sungai.

Pada penelitian tersebut kondisi terbaik diperoleh pada dosis penambahan kitosan sebanyak 3 gram dan dengan waktu kontak kitosan selama 45 - 60 menit, dimana untuk analisa air rawa, terjadi perubahan pH 27,12%, COD 99.17%, BOD 95.32%, TDS 84.44%, dan Fe 47.73 %, sedangkan untuk air sungai terjadi perubahan pH 55.10%, COD 98.70%, BOD 95.71%, TDS 74.38%, dan Fe 67,74%. Analisa TSS terjadi penurunan 100% pada air rawa dan air sungai karena semua endapan telah tersaring pada proses filtrasi (Nuralam dkk, 2012). Koagulan kitosan juga telah mampu menurunkan tingkat kekeruhan air sungai hingga 90,37% (Manurung, 2011).

Kitosan dari kulit udang Vanamei yang berasal dari KIMA memiliki potensi untuk digunakan sebagai koagulan dalam proses penjernihan air danau UNHAS. Penelitian terdahulu telah banyak mempelajari konsentrasi kitosan pada berbagai jenis air, pada penelitian ini, selain konsentrasi kitosan, juga akan ditinjau pengaruh kecepatan pengadukan dalam proses penjernihan air. Parameter kualitas air yang diuji dalam penelitian ini yaitu Kandungan Padatan/*Total Dissolved Solids* (TDS), Temperatur, dan Derajat Keasaman (pH).

Pembaruan dari penelitian ini adalah objek penelitian yaitu Air Danau.

Metode Penelitian

Bahan dan Alat

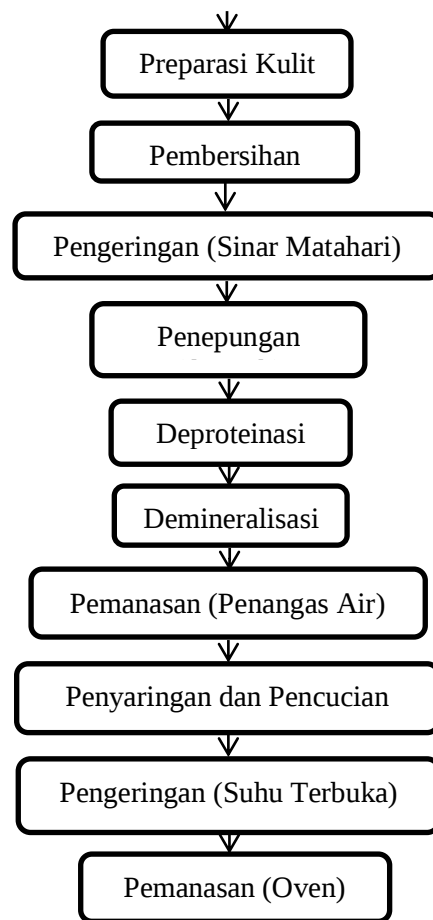
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air danau UNHAS dan kitosan dari limbah kulit udang. Bahan-bahan pendukung yang digunakan Hidrogen Klorida (HCl) 1N, natrium hidroksida (NaOH) 3,5% dan 50%, asam asetat (CH₃COOH) 1% dan aquadest. Semua bahan tersebut dibeli dari CV Intraco Makassar, tanpa merk dan sesuai izin dan ketentuan aturan terkait bahan kimia dari CV Intraco.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Magnetic stirrer*, *portable pH meter*, Termometer, timbangan analitik, Gelas Beker 1000 ml, *beaker glass* 250 ml, labu ukur 10 ml, Gelas Ukur, pipet ukur, labu ukur 500 ml, pengaduk, oven, dan ayakan 120 mesh.

Prosedur Penelitian

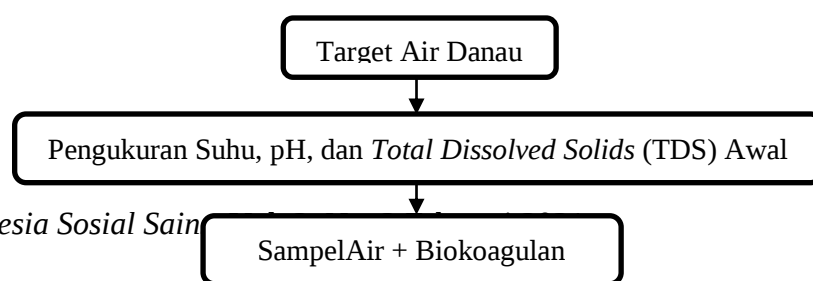
Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap pembuatan kitosan dan proses penjernihan air danau dengan cara koagulasi. Alur pembuatan kitosan ditampilkan pada Gambar 1. Secara ringkas proses pembuatan kitosan dimulai dengan proses deproteinasi. Sebanyak 50 gram serbuk cangkang kulit udang direndam dalam NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (berat:volume) sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer dan dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam. Selanjutnya padatan disaring dengan penyaring kain dan dicuci dengan menggunakan aquadest sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya dilakukan proses demineralisasi yaitu hasil dari deproteinasi kemudian direndam dalam HCl pekat 1N dengan perbandingan 1:15 (berat: volume) dan diaduk dalam magnetic stirrer selama 2 jam sambil dipanaskan pada suhu 65 °C. Selanjutnya padatan disaring dan dicuci dengan aquadest sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu 80°C. Tahap akhir yaitu deasetilasi, hasil dari demineralisasi kemudian direndam dalam NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 dan diaduk sambil dipanaskan pada suhu 100 °C selama 2 jam. Kemudian hasilnya disaring dan dicuci dengan aquadest sampai pH netral dan dioven selama 6 jam pada suhu 80°C.

Mulai



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Kitosan

Tahap koagulasi alurnya ditampilkan pada Gambar 2. Pada tahap ini mula-mula dengan melakukan observasi air danau atas beberapa karakteristik yaitu suhu, derajat keasaman (pH) awal dan kandungan padatan / *total dissolved solids* (TDS). Kemudian dibuat pengamatan terhadap pengaruh konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan. Konsentrasi kitosan yang dipelajari adalah pada konsentrasi 0.5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Pengaruh kecepatan pengaduk, diamati menggunakan metode *jar test*, yang terdiri atas pengadukan cepat (*rapid mixing*) dan pengadukan lambat (*slow mixing*). Pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan putaran 100, 300, 500 (rpm) selama 10 menit sedangkan pengadukan lambat pada putaran 70 rpm selama 10 menit. Setelah tahap *jar test* sampel didiamkan selama ± 10 menit. Setelah didiamkan hingga pengotor mengendap, sejumlah cairan supernatan diambil sebagai sampel uji untuk parameter temperatur, derajat keasaman (pH), dan Kandungan Padatan / *Total Dissolved Solids* (TDS).



Gambar 2. Diagram Alir Proses Koagulasi

Hasil dan Pembahasan

A. Proses Pembuatan Kitosan

Pada proses pembuatan kitosan dari limbah kulit udang yang meliputi tahap pengeringan, penghalusan, pengayakan, serta proses isolasi kitin dan kitosan, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, menunjukkan bahwa rendemen kitosan yang diperoleh cukup rendah yaitu 1,2%. Dari massa awal yang digunakan, yaitu 1,2 kg limbah kulit udang kering diperoleh kitosan sebesar 14,4 g. Rendemen kitosan yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dengan hasil penelitian (Majid, 2018) yang melakukan pembuatan kitosan dari limbah kulit udang sebagai koagulan dalam penjernihan air sungai, pada penelitian tersebut rendemen kitosan yang diperoleh 28,4 %. Keterbatasan peneliti pada penelitian ini, adalah dilihat dari proses pengolahan yang dilakukan masih amatiran sehingga hasil penelitian ini memang perlu pembimbingan lebih lanjut.

B. Karakteristik Air Danau Unhas

Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Danau Unhas. Koagulan dalam perbaikan kualitas air danau ini digunakan kitosan dari limbah kulit udang putih. Parameter yang dianalisis pada pengolahan sampel air adalah suhu, kandungan padatan/*total dissolved solids* (TDS) dan derajat keasaman (pH). Parameter awal air danau Unhas ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter air danau Unhas

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu Air Murni (SNI)	Hasil analisa Awal
1	pH		6 - 8,5	8,2
2	TDS	ppm	< 500	279
3	Suhu	°C	25	28,5

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa parameter Suhu melebihi ambang batas, dan Kandungan Padatan (TDS) Danau mempunyai nilai yang cukup memenuhi nilai mutu air jernih/murni menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Namun, menurut Organisasi Kesehatan Dunia air yang memiliki kadar TDS dibawah 500 (Tabel 1.) atau sama sekali tidak mempunyai kandungan mineral di dalamnya adalah yang terbaik bagi kesehatan, hal ini menunjukkan bahwa Air Danau Unhas memang cukup dijadikan objek penelitian untuk diberikan penanganan dan perbaikan kualitas sehingga dapat dimanfaatkan dan juga sehat.

Pada proses pengolahan air, Sampel diteliti dengan menggunakan metode *jar test*, yang terdiri atas pengadukan cepat (*rapid mixing*) dan pengadukan lambat (*slow mixing*). Pengujian dengan *jar test* dilakukan sebanyak tiga kali untuk mengetahui perbandingan kemampuan kitosan kulit udang sebagai koagulan. *Jar test* dilakukan dengan pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Hal ini bertujuan agar flok dapat terbentuk dengan optimal. Pada pengadukan cepat bertujuan untuk mendispersikan koagulan hingga homogen dengan waktu yang singkat, sedangkan pada pengadukan lambat bertujuan untuk mencegah agar inti flok tidak pecah dan mengontakkan antar inti flok sehingga lebih mudah untuk diendapkan (Meicahayanti, 2018).

Pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan putaran 100, 300, 500 (rpm) selama 10 menit sedangkan pengadukan lambat pada putaran 70 rpm selama 10 menit. Setelah tahap *jar test* sampel didiamkan selama ± 10 menit. Setelah didiamkan hingga pengotor mengendap, sejumlah cairan supernatan diambil sebagai sampel uji untuk parameter temperatur, derajat keasaman (pH), dan Kandungan Padatan /*Total Dissolved Solids* (TDS).

C. Pengaruh Konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan pada pH air danau

Tabel 2 menampilkan data pH air danau pada penambahan koagulan dan kecepatan pengadukan. Jumlah koagulan yang ditambahkan adalah 0,5% hingga 2,5% dengan pengadukan cepat dan pengadukan lambat.

Tabel 2. Hasil Analisa ph Sampel Air Danau

Konsentrasi Kitosan terhadap volume Air (%)	Kecepatan (rpm)		
	100	300	500
0	8.2	8.2	8.2
0.5	6	5.9	6.8
1	4.9	5	6.2
1.5	4.7	4.6	5.8
2	4.5	4.5	5.3
2.5	4.4	4.4	5

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran pH pada kecepatan putar 100, 300,

dan 500 rpm serta pengadukan lambat 70 rpm mengalami penurunan kualitas sebab semakin banyak penambahan koagulan kitosan membuat airnya semakin asam, menjauhi batas optimum atau batas netral yang diinginkan (Tabel 1.), sehingga dapat disimpulkan bahwa, kitosan sebagai koagulan dalam perbaikan kualitas pH atau kadar keasaman air danau kurang sesuai.

Pada pengujian ini, pH turun disebabkan adanya penambahan larutan asam asetat pada kitosan, seperti yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Penambahan asam asetat ini bertujuan untuk memudahkan kitosan bercampur dan larut dalam air danau pada saat pengadukan tetapi menyebabkan penurunan pH air.

Pada proses ini, hasil analisa pH sampel air Danau sebanyak 250 ml, optimum atau mendekati batas netral pada kecepatan putar 500 rpm, dengan penambahan konsentrasi kitosan sebanyak 0,5%, dengan nilai 6,8.

D. Pengaruh Konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan pada TDSair danau

Tabel 3 menampilkan hasil analisa kandungan padatan atau TDS air danau pada penambahan koagulan pada konsentrasi 0,5% hingga 2,5% dan kecepatan pengadukan cepat dan lambat.

Tabel 3. Hasil Analisa TDS Sampel Air Danau

Konsentrasi Kitosan terhadap volume Air (%)	Kecepatan (rpm)		
	100	300	500
0	279	279	279
0.5	252	185	112
1	244	177	107
1.5	239	162	99
2	224	151	88
2.5	207	149	80

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa pada kecepatan putar 100, 300, dan 500 rpm TDS air danau mengalami penurunan yang cukup signifikan dari hasil pengujian awal (sebelum penambahan kitosan). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari (Farikhatin dkk 2019) yang menggunakan koagulan PAC dan juga sejalan dengan hasil penelitian dari (Meicahayanti dkk 2018) yang menggunakan kitosan kulit udang dan alum. Kitosan kulit udang sebagai koagulan cukup baik digunakan sebagai alternatif perbaikan kualitas air dalam mengurangi kandungan padatan.

Pada tabel tersebut di atas juga menunjukkan bahwa, semakin banyak penambahan kitosan yang paralel dengan kecepatan putar pengadukan membuat kandungan padatan semakin berkurang. Dari penelitian ini kecepatan putar 500 rpm menghasilkan TDS terbaik yaitu 80 ppm.

E. Pengaruh Konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan pada suhu air danau (tambahkan slow mixing)

Tabel 4 menampilkan hasil analisa suhu air danau pada penambahan koagulan pada konsentrasi 0,5% hingga 2,5% dan kecepatan pengadukan cepat dan lambat.

Tabel 4 . Hasil Analisa Suhu Sampel Air Danau

Konsentrasi Kitosan terhadap volume Air (%)	Kecepatan (rpm)		
	100	300	500
0	28.5	28.5	28.5
0.5	27.6	28.8	28.5
1	27.9	27.6	28.7
1.5	27.3	27.2	28.1
2	27.3	27.5	27.9
2.5	26.4	27.8	28.1

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran suhu pada kecepatan putar 100, 300, dan 500 rpm dan kecepatan *slow mixing* agak bervariasi. Penambahan kitosan dalam hal ini, tidak memberikan pengaruh yang begitu berarti karena hasil pengujian awal dan setelahnya memberikan hasil yang tidak terlalu signifikan. Mungkin hal ini dipengaruhi oleh suhu ruangan saat penelitian berlangsung. Penelitian suhu terhadap air memang lebih cenderung menyesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitar, dapat juga dirasakan secara langsung tanpa perlu menggunakan alat. Pengujian hasil analisa suhu air danau, optimum atau mendekati suhu normal air pada kecepatan putar 100 rpm dengan hasil uji 26,4 °C.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum kitosan kulit udang untuk memperoleh pH optimum adalah pada konsentrasi 0,5%, untuk memperoleh TDS dan suhu optimum diperoleh pada penambahan kitosan sebanyak 2,5%. Kecepatan optimum pengadukan dalam koagulasi untuk memperoleh nilai pH dan TDS terbaik adalah pada kecepatan 500 rpm, sedangkan untuk suhu terbaik diperoleh pada kecepatan pengadukan 100 rpm. Diperoleh pula bahwa pada proses koagulasi air danau dengan penambahan kitosan kulit udang terhadap kualitas air danau untuk pengujian TDS menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan kitosan yang paralel dengan kecepatan putar pengadukan membuat kandungan padatan semakin berkurang sehingga kitosan kulit udang sebagai koagulan memang cukup baik digunakan sebagai alternatif perbaikan kualitas air danau dalam mengurangi kandungan padatan.

Bibliografi

- Aladin, A., Hasan, S., Syarif, T., & Arman, M. (2020). Pengaruh Penambahan Gas Nitrogen terhadap Kualitas Charcoal yang Diproduksi secara Pirolisis dari Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Euxideroxylon Zwageri*). *Teknik Kimia*, 5(2655).
- Arisoma, L. N., Masan, N., & Anteng, A. (2018). Penjernihan Air Limbah Sintetis Menggunakan Koagulan Alami. *17*(2), 2–5.
- Edward J Dompeipen. (2016). Isolasi kitin dan Kitosan dari Limbah Kulit Udang. *Majalah Biam*, 12(1).
- Farikhatin Nisa Ihda Nur, & Achmad, A. (2019). *Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan terhadap Parameter Kualitas Air dengan Metode Jarrest*. 3(2), 61–67. <https://doi.org/10.30595/jrst.v3i2.4500>
- Farodilah, I., Sunarti, R. N., & Intan, Y. P. (2018). Penentuan Konsentrasi Optimum Aluminium Sulfat dengan Metode Jar Test Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Di PDAM Tirta Musi Palembang. *Sains dan Teknologi Terapan*, 80–86.
- Hanafi, M., Aiman, S., & Efrina. (2017). Pemanfaatan Kulit Udang untuk Pembuatan Kitosan dan Glukosamin. *Kimia Terapan*, 1–40.
- Hikmah, M. N., & Anggoro, S. (2019). Pengaruh Pemberian Serbuk Simplisia Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Koagulan dalam Menjernihkan Air Sumur Gali dengan Metode *Jar Test* di Dusun Tegalrejo Desa Bawuran Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. 6(1), 48–53.
- Ifa, L., Agus, M. A., Kasmudin, K., & Artiningsih, A. (2019). Pengaruh Penambahan Volume Kitosan dari Cangkang Bekicot terhadap Penurunan Kadar Tembaga Air Lindi. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(02), 109–113.
- Khairuni, M., Alfian, Z., & Agusnar, H. (2017). Studi Penggunaan Kitosan Komposit CuO sebagai Adsorben untuk Menyerap Logam Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Seng (Zn) pada Air Sungai Belawan. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(2), 115–119.
- La Ifa, L. I., Artiningsih, A., Julniar, J., & Suhaldin, S. (2018). Pembuatan Kitosan dari Sisik Ikan Kakap Merah. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 43. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i1.194>
- Majid, S, Z., & Dernengsih. (2018). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Kulit Udang sebagai Koagulan Penjernihan Air. *Chemical Process Engineering*, 03(01), 27–32.
- Manurung, M. (2011). Potensi Khitin/ Khitosan dari Kulit Udang sebagai Biokoagulan Penjernih Air. *Jurnal Kimia*, 5(2), 182–188.
- Meicahayanti, I., Marwah, & Setiawan, Y. (2018). Efektifitas Kitosan Limbah Kulit Udang dan Alum Sebagai Koagulan dalam Penurunan TSS Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Chemurgy*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30872/cmg.v2i1.1630>

- Mokodompit, M. S. P., Umboh, J. M. L., & Pinontoan, O. R. (2020). Uji Kualitas Air Danau berdasarkan Kandungan *Escherichia Coli* dan *Total Coliform* di Danau Mooat Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Tahun 2019. *Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 27–32.
- Nuralam, E., Arbi, B. P., & Prasetyowati. (2012). Pemanfaatan Limbah Kulit Kepiting Menjadi Kitosan sebagai Penjernih Air pada Air Rawa dan Air Sungai. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(4), 14–20. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-1864>
- Nurwanti, F. (2020). Pemanfaatan Kitosan Hasil Deasetilasi Kitin Cangkang Udang Putih sebagai Penjernih Air pada Air Sungai Citarum. 43–50.
- Pamudjianto, A., & Sutiono, W. (2006). Pemanfaatan Air Danau sebagai Sumber Air. *Teknik Sipil*, 20, 2–6.
- Ratnawulan, A., Noor, E., & Suptijah, P. (2018). Pemanfaatan Kitosan dalam Daur Ulang Air sebagai Aplikasi Teknik Produksi Bersih. *FTP IPB*, 21(2), 276–286.
- Sinardi, Soewondo, P., & Suprihanto. (2013). Pembuatan, Karakterisas dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytulus Virdis Linneaus*) sebagai Koagulan Penjernihan Air. *Teknik Sipil UNS*, 2, 5–10.
- Stefunny, Zaharah, T. A., & Harlia. (2016). Sintesis, Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Udang Wangkang (*Panaeus Orientalis*) sebagai Koagulan dalam Menurunkan Kadar Bahan Organik pada Air Gambut. *Kimia*, 5(3), 52–59.
- Sukmawati, N. M. H., Pratiwi, A., & Rusni, N. W. (2019). Kualitas Air Danau Batur Berdasarkan Parameter. *Lingkungan & Pembangunan*, 3(2), 53–60.
- Teresia, Suherman, & Muhdar. (2018). Potensi Kitosan Kulit Udang *Vannamei* (*Litopenaeus Vannamei*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus Epidermidis*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia Coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Farmasi*, XIV(1), 116–127.
- Yani, S., Syarif, T., & Rasyid, R. (2011). Produksi Biohidrogen, Sumber Energi Masa Depan, dari Limbah Organik Kulit Pisang secara Fermentasi Anaerob. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis 48 UNY*, 443–448.