

EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN CANGKANG TELUR AYAM RAS DAN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* ABB) DALAM MENURUNKAN TURBIDITAS, TDS, DAN TSS DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI FARMASI

HESTY NUUR HANIFAH^{1*}, GINAYANTI HADISOEBROTO¹, TURYATI¹, DAN INEU SINTIA ANGGRAENI¹

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Al-Ghifari,
Jl. Cisaranten Kulon No.140, Cisaranten Kulon, Arcamanik, Kota Bandung

*alamat email korespondensi: hesty@unfari.ac.id

Informasi Artikel	Abstrak/Abstract
<p>Riwayat Naskah : Diterima pada 4 Desember 2019 Diterima setelah direvisi pada 26 Juni 2020 Diterbitkan pada 30 Juni 2020</p> <p>Kata Kunci: Cangkang telur ayam ras; kulit pisang kepok; biokoagulan; turbiditas; TDS; TSS; limbah cair industri farmasi.</p> <p><i>Keywords: Purebred chicken egg shells; kepok banana peels; biocoagulant; TDS; TSS; liquid waste from the pharmaceutical industry.</i></p>	<p>Koagulasi merupakan tahap awal dalam proses pengolahan limbah cair. Salah satu industri yang berpotensi untuk menimbulkan pencemaran air bila limbah cairnya tidak dikelola dengan baik adalah industri farmasi. Cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok merupakan limbah padat yang belum termanfaatkan, padahal kedua bahan tersebut mengandung zat-zat yang bisa membantu dalam proses koagulasi. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan biokoagulan dari cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok sebagai biokoagulan dalam menurunkan nilai turbiditas, TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>) dan TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) dari limbah cair industri farmasi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>jartest</i>. Sampel air limbah yang digunakan dalam percobaan ini yaitu sampel air limbah industri farmasi dari PT Sinkona Indonesia Lestari. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa biokoagulan cangkang telur ayam mempunyai dosis optimum yaitu 50 g/500 mL dan pada pH optimum 8 terjadi penurunan turbiditas sebesar 81,18%, TDS sebesar 24,3% dan TSS sebesar 82,05%. Sedangkan biokoagulan kulit pisang kepok mempunyai dosis optimum 5 g/500 ml dan pada pH optimum 2 terjadi penurunan turbiditas sebesar 94,9%, TDS 51,3% dan TSS 83,2%. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok bisa dimanfaatkan sebagai biokoagulan untuk pengolahan limbah cair dari industri farmasi.</p> <p><i>Coagulation is the initial stage in the process of wastewater treatment. One of the industries that has the potential to cause water pollution if the liquid waste is not managed properly is the pharmaceutical industry. Purebred chicken egg shells and kepok banana peels are solid waste that has not been utilized, even though both ingredients contain substances that can help in the coagulation process. Therefore, researchers are interested in developing biocoagulant from purebred chicken eggs shells and kepok banana peels. This study aims to determine the effectiveness of purebred chicken egg shells and kepok banana peels as a biocoagulant in reducing turbidity, TDS (Total Dissolved Solid) and TSS (Total Suspended Solid) from pharmaceutical industry liquid waste. The tool used in this study is jartest. Wastewater samples used in this experiment are pharmaceutical industry wastewater samples from PT Sinkona Indonesia Lestari. Based on the results of the study showed that the chicken egg shell biocoagulant has the optimum dose of 50 g/500 mL and at optimum pH 8 there was a decrease in turbidity of 81.18%, TDS of 24.3% and TSS of 82.05%. While the kepok banana peels biocoagulant has an optimum dose of 5 g / 500 ml and at the optimum pH 2 there is a decrease in turbidity of 94.9%, TDS 51.3% and TSS 83.2%. From these data it can be concluded that purebred chicken egg shells and kepok banana peels can be used as biocoagulant for processing liquid waste from the pharmaceutical industry.</i></p>

PENDAHULUAN

Limbah farmasi merupakan salah satu dari limbah medis berbahaya karena sifatnya yang berbahaya, reaktif, beracun, mudah terbakar, korosif, serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang tepat dan benar sebelum menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan [1].

Proses koagulasi–flokulasi merupakan salah satu cara pengolahan limbah cair yang efektif untuk menghilangkan partikel-partikel yang terdapat didalamnya. Koagulasi diartikan sebagai proses kimia fisik dari pencampuran bahan koagulan ke dalam aliran limbah dan selanjutnya diaduk cepat dalam bentuk larutan tercampur. Flokulasi adalah proses pembentukan flok pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel

yang goyah sehingga meningkatkan penyatuannya (aglomerasi) [2].

Koagulan adalah bahan kimia yang mempunyai kemampuan menetralkan muatan koloid dan mengikat partikel tersebut sehingga siap/mudah membentuk flok atau gumpalan. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai koagulan adalah kapur, alum, dan polielektrolit (organik sintesis) [3], koagulan anorganik [poly aluminium chloride (PAC)] [4], dan garam-garam besi seperti feri klorida dan besi sulfat [5].

Bahan kimia yang umum digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah industri farmasi adalah *poly aluminium chloride* (PAC). Koagulan ini banyak dipilih karena tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, pembentukan flok-flok yang tinggi dengan dosis kecil dan tingkat sedimentasi cepat. Namun sebagai bahan kimia, PAC tentu memiliki kekurangan yang dapat berpotensi menimbulkan masalah bagi kesehatan dan lingkungan. Untuk itu, saya tertarik untuk mengembangkan koagulan alami sebagai alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair industri farmasi. Dalam penelitian ini, bahan yang akan dijadikan koagulan alami berasal dari cangkang telur ayam ras petelur dan kulit pisang kapok. Cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok dipilih karena kedua bahan tersebut merupakan limbah domestik yang banyak ditemukan dan masih kurang dimanfaatkan.

Komposisi cangkang telur ayam terdiri dari air (1,6%) dan bahan kering (98,4%). Bahan kering terdiri dari mineral (95,1%) dan protein (3,3%). Mineral pada bahan kering cangkang telur ayam tersusun dari CaCO_3 (98,43%), MgCO_3 (0,84%), dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui cangkang telur ayam ternyata dapat dimanfaatkan sebagai bahan koagulan alternatif, yang ternyata mampu menurunkan kadar kekeruhan air sungai Citarum Hulu sebagai sampel air penelitian. Berdasarkan hasil penelitian tersebut kulit telur teknis sebagai koagulan bekerja optimal pada kekeruhan 8 SiO_2 pada dosis 30 g/ 500 mL dan mesh 40. Nilai efisiensi penurunan kekeruhannya sebesar 87%. Keadaan pH setelah pembubuhan koagulan alternatif kulit telur berkisar antara 8,26 - 8,52 [7].

Kulit pisang Kepok (*Musa acuminata*) memiliki kandungan vitamin C, vitamin B, kalsium, protein, selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, lemak, arabinosa, galaktosa, rhamnosa, dan asam galacturonik [8].

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui kulit pisang ternyata dapat dimanfaatkan sebagai

bahan koagulan alternatif, yang ternyata mampu menurunkan kadar kekeruhan air sampai 95% [9].

Berdasarkan latar belakang di atas, kami tertarik untuk membandingkan keefektifan dari koagulan PAC sebagai koagulan bahan kimia yang sering digunakan dalam industri farmasi dengan koagulan alami dari cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok dalam pengolahan limbah cair industri farmasi.

EKSPERIMEN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah *one stage coagulation* yang telah dimodifikasi.

Material

Dalam penelitian ini, bahan limbah cair yang digunakan adalah limbah cair yang bukan tergolong limbah B3 dari PT Sinkona Indonesia Lestari. Sedangkan biokoagulan yang akan digunakan adalah cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kepok, koagulan PAC sebagai pembanding serta larutan NaOH (pa merck) dan HCl (pa merck) untuk mengkondisikan pH larutan.

Instrumentasi

Jartest, *turbidimeter*, TSS meter, TDS meter, pH meter, neraca analitik, oven, dan alat-alat gelas lainnya.

Prosedur

Pembuatan Koagulan Cangkang Telur Ayam

Biokoagulan dibuat dari cangkang telur ayam yang telah dikumpulkan, kemudian dicuci terlebih dahulu sampai bersih agar kotoran-kotorannya hilang dan dipisahkan dari kulit arinya, lalu cangkang telur ayam tadi dijemur hingga kering. Selanjutnya dioven dengan suhu 105°C selama 30 menit agar kandungan air dalam cangkang telur ayam tersebut betul-betul hilang. Setelah itu diblender, kemudian diayak dengan ukuran diameter mesh 40. Lalu simpan tepung cangkang telur ayam di tempat tertutup dan kering [10].

Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman pisang kepok dilakukan di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB.

Pembuatan Koagulan Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok dikumpulkan dari wilayah Banjarnegara kemudian dideterminasi. Selanjutnya kulit pisang kepok dibersihkan dari pengotor, dipotong menjadi bagian kecil, kemudian kulit pisang direndam selama 1 jam dalam larutan natrium tiosulfat. Setelah direndam dan ditiriskan kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 2 hari supaya menjadi kering kemudian di oven pada suhu 60°C selama 1 jam 20 menit, setelah itu diblender supaya menjadi serbuk dan diayak dengan mesh no 100 kemudian disimpan dalam wadah tertutup baik [11].

Penetapan Kadar Air Simplisia

Disiapkan alat pengukur kadar air (*Moisture Balance*), alat pengukur kadar air dipastikan ada pada posisi nol dan jarum berada pada posisi netral, anak timbangan 2 g diletakan dan dimasukkan serbuk massa cetakan sampai stabil 2 g dengan posisi jarum di tengah. Lampu dinyalakan dan suhu diatur maksimal 100°C. Setelah suhu mencapai 100°C, dinyalakan *stopwatch* dan hitung waktunya selama 15 menit dan suhu tetap dijaga. Lampu dimatikan dan tombol pengukur diputar ke kiri sampai jarum menunjukkan keposisi semula. Kemudian dihitung kadar air yang menyusut [12].

Pembuatan Larutan NaOH 1M

Pembuatan larutan NaOH 1 M yaitu dengan melarutkan 20 g NaOH dengan aquades sebanyak 500 mL pada gelas kimia. Apabila NaOH padat terlalu keras, maka dihaluskan terlebih dahulu dengan mortar sebelum dimasukkan ke dalam gelas kimia [13].

Pembuatan Larutan HCl 1M

Pembuatan larutan HCl 1M yaitu dengan melarutkan 20 mL larutan HCl pekat 12M ke dalam 240 mL aquades pada gelas kimia [14].

Pembuatan Larutan Koagulan PAC

Pembuatan larutan PAC 1% yaitu dengan melarutkan 5 g serbuk PAC dengan aquades sebanyak 500 mL pada gelas kimia, sehingga didapat konsentrasi 1 mL larutan mengandung 10 mg PAC [15].

Pemeriksaan Awal Parameter Kualitas Air Limbah

Sebelum dilakukan *treatment* terhadap sampel limbah cair dari PT Sinkona Indonesia Lestari, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan

awal parameter kualitas air dari air limbah tersebut. Meliputi turbiditas, TDS, dan TSS.

Pengukuran Turbiditas, TDS, dan TSS Air Limbah Setelah Penambahan PAC

Sampel limbah cair diambil dan dimasukkan ke dalam 5 *beaker glass* dan masing-masing berisi limbah cair sebanyak 500 ml, selanjutnya koagulan PAC dimasukkan dengan dosis 5 g / 500 ml. Sampel kemudian diaduk dengan pengadukan cepat dengan variasi kecepatan 150 rpm selama 2 menit, diikuti dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 45 rpm selama 15 menit. Setelah itu sampel diendapkan selama 30 menit. Hasil dari proses pengendapan tersebut, lalu diukur kadar turbiditas, TDS, dan TSS nya pada masing-masing beker gelas [16].

Penentuan pH Optimum

Proses penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan alat *jar test*, dengan memberikan perlakuan pH yang berbeda pada setiap gelas kimia yang berada pada *jar test*. Perlakuan pH yang diberikan pada biokoagulan cangkang telur yaitu 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5. Rentang pH ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh [7]. Selanjutnya dimasukkan 50 g koagulan cangkang telur pada setiap gelas kimia. Sedangkan untuk kulit pisang kepok, perlakuan pH yang diberikan yaitu 2, 3, 4, 5, 6. Sampel kemudian diaduk dengan pengadukan cepat dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit, diikuti dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 45 rpm selama 15 menit. Setelah itu sampel diendapkan selama 30 menit. Hasil dari proses pengendapan tersebut, lalu diukur kadar turbiditas, TDS, dan TSS nya pada masing-masing gelas kimia [17].

Penentuan Dosis Optimum

Proses penentuan dosis optimum dilakukan dengan menggunakan alat *jar test*, dengan memberikan perlakuan dosis yang berbeda pada setiap gelas kimia yang berada pada *jar test*. Perlakuan dosis yang diberikan untuk biokoagulan cangkang telur yaitu 30 g/500 mL, 40 g/500 mL, 50 g/500 mL, 60 g/500 mL, dan 70 g/500 mL. Sedangkan dosis untuk biokoagulan kulit pisang kapok yaitu 3, 4, 5, 6 dan 7 g/500 ml. Cangkang telur ayam ras sebagai biokoagulan bekerja optimal pada dosis 50 g/500 mL. Sedangkan kulit pisang kepok bekerja optimum di dosis 5 g/500 mL. Sebelum dimasukkan biokoagulan cangkang telur dan kulit psang kepok, limbah cair yang berada dalam gelas kimia pada alat *jar test* dikondisikan

terlebih dahulu pH nya, sesuai dengan pH optimumnya. Selanjutnya sampel diaduk dengan pengadukan cepat dengan kecepatan 150 rpm selama 2 menit, diikuti dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 45 rpm selama 15 menit. Setelah itu sampel diendapkan selama 30 menit. Hasil dari proses pengendapan tersebut, lalu diukur kadar turbiditas, TDS, dan TSS nya pada masing-masing gelas kimia [17].

Pengukuran Turbiditas, TDS, dan TSS

Prosedur pengukuran turbiditas

Untuk analisis kandungan kekeruhan digunakan alat turbidimeter. Turbidimeter terlebih dahulu dihidupkan dengan menekan tombol aktifnya yang berada di paling kanan alat hingga layar menyala, kemudian dikalibrasi menggunakan blanko. Setelah itu kuvet diisi dengan air sampel sampai tanda batas. Seluruh sisi dari kuvet dibersihkan dengan tisu sampai kering dan bersih. Kuvet sampel kemudian diletakkan ke dalam tempat sampel kemudian ditutup. Kemudian tekan tombol Test. Angka yang muncul pada layar kemudian dicatat [18].

Prosedur pengukuran TDS

Penentuan TDS digunakan alat TDS meter. Pertama-tama tekan tombol power untuk menyalakan alat kemudian elektroda dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan tisu. Setelah itu dicelupkan kedalam sampel hingga batas elektroda. Ditunggu nilai pembacaan TDS hingga stabil dan dicatat nilai TDS yang muncul pada layar. Diulangi tiga kali dan dilanjutkan pengukuran TDS dengan sampel berikutnya [19].

Prosedur pengukuran TSS

Penentuan TSS digunakan alat TSS meter. Pertama-tama tekan tombol aktifnya yang berada di paling kanan alat hingga layar menyala, kemudian dikalibrasi menggunakan blanko. Setelah itu kuvet diisi dengan air sampel sampai tanda batas. Seluruh sisi dari kuvet dibersihkan dengan tisu sampai kering dan bersih. Kuvet sampel kemudian diletakkan ke dalam tempat sampel kemudian ditutup. Lalu tekan tombol Test. Angka yang muncul pada layar kemudian dicatat [18].

Pengolahan Data

Analisis data diolah dengan menggunakan Microsoft Excel dan menggunakan pendekatan grafis untuk mendapatkan nilai pH dan dosis

optimum serta perbandingan nilai turbiditas, TDS, dan TSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kadar Air

Tujuan dari penetapan kadar air yaitu untuk mengukur kandungan air yang terkandung dalam simplisia, serta memberikan batasan minimal rentang besarnya kandungan air dalam bahan. Kadar air dari cangkang telur ayam yaitu 1% dan kulit pisang kepok yaitu 2% hal ini telah memenuhi syarat kadar air yang telah ditetapkan bahwa kadar air untuk simplisia < 5% [12].

Determinasi Tanaman

Hasil determinasi dilakukan di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB menyatakan bahwa tanaman yang diuji adalah benar kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB).

Tabel 1. Hasil pemeriksaan awal turbiditas, TDS, dan TSS dari air limbah PT sinkona indonesia lestari.

Parameter	Turbiditas (NTU)	TDS (ppm)	TSS (ppm)	pH
Nilai	457	6890	964	6,8

Hasil Pengukuran Turbiditas, TSS dan TDS dari air Limbah Industri Farmasi Setelah Penambahan Koagulan PAC

Tabel 2. Hasil pengukuran turbiditas, TSS, dan TDS setelah penambahan koagulan PAC.

Sampel	Turbiditas (NTU)	TDS (ppm)	TSS (ppm)
1	25	6490	144
2	22	6340	150
3	29	6400	140
Rata-Rata	25.3	6410	145

Dari **Tabel 2** dapat dilihat penurunan Turbitias, TSS dan TDS air limbah setelah penambahan koagulan PAC 1%, karena PAC merupakan salah satu koagulan sintetik yang banyak digunakan di berbagai Industri Farmasi karena penggunaannya yang sangat efektif sebagai koagulan meskipun dengan dosis yang rendah. Penurunan turbiditas terjadi sebanyak 95,23%, penurunan TDS terjadi sebanyak 4,33% dan penurunan TSS terjadi sebanyak 85,77%.

Hasil Pengukuran pH Optimum Biokoagulan Cangkang Telur

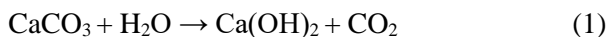
Penetapan pH optimum bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum koagulasi dari koagulan cangkang telur ayam ras. Percobaan dilakukan pada pH 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5 dengan dosis koagulan 50 g/500mL. Kemudian hasil jartest dianalisa Turbiditas, TDS dan TSS. pH yang memberikan nilai turbiditas, TDS dan TSS yang paling rendah, menunjukkan kondisi pH Optimum.

Tabel 3. Hasil penetapan pH optimum biokoagulan tepung cangkang telur ayam ras.

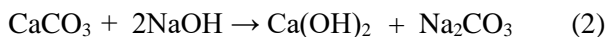
Parameter	pH				
	7,5	8	8,5	9	9,5
Turbiditas (NTU)	75	74	91	105	109
TDS (ppm)	5755	5570	5900	6453	6823
TSS (ppm)	173	158	186	269	300

Berdasarkan dari **Tabel 3** dapat diketahui bahwa pH optimum dari koagulan tepung cangkang telur ayam adalah 8. Hal ini karena pada kondisi pH 8 nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari air limbah industri farmasi PT Sinkona Indonesia Lestari nilainya paling kecil dibandingkan pada kondisi pH yang lain. Sehingga paling efektif menurunkan nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari sampel air limbah.

Mineral yang terkandung dalam cangkang telur ayam terdiri dari CaCO_3 (98,43%), MgCO_3 (0,84%), dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) (Yuwanta, 2010). CaCO_3 merupakan komponen terbanyak penyusun cangkang telur ayam. CaCO_3 pada umumnya cukup stabil jika dilarutkan dalam air. Di dalam air CaCO_3 mengalami hidrolisis menjadi:



Dan jika direaksikan dengan NaOH akan membentuk:



Semakin banyak karbon dioksida yang keluar akan menghasilkan endapan lebih banyak, hal ini dikarenakan karbonat yang padat pada CaCO_3 itu melarut karena bereaksi membentuk bikarbonat yang lebih mudah larut sehingga menyebabkan terbentuknya flok [20].

Monomer dan polimer kalsium hadir pada kondisi pH yang basa. Pada pH basa, partikel koloid akan bertindak sebagai inti dan memicu proses presipitasi (*sweep floc*) [21]. Semakin mudah larut suatu koagulan, maka semakin mudah partikel koloid ternetralisasi membentuk flok [22]. Pembentukan presipitat mulai terjadi pada pH sekitar 7,5 yang meningkat pada pH 8 dan terjadi penurunan pada pH di atas 8. Hal ini dikarenakan, di atas pH 8 kelarutan CaCO_3 menurun yang berakibat mengurangi jumlah partikel koloid yang

dapat ternetralisasi membentuk flok. Sehingga dapat dijelaskan bahwa penurunan turbiditas, TDS, dan TSS menggunakan koagulan cangkang telur ayam paling optimum pada pH 8,0.

Hasil Pengukuran pH Optimum Biokoagulan Kulit Pisang Kepok

Tabel 4. Hasil penetapan pH optimum biokoagulan kulit pisang kapok.

Parameter	pH				
	2	3	4	5	6
Turbiditas (NTU)	28	33	43	156	250
TDS (ppm)	2847	2913	3353	5187	4840
TSS (ppm)	148	182	197	481	492

Berdasarkan data dari **Tabel 4** dapat diketahui bahwa pH optimum dari biokoagulan kulit pisang kapok adalah 2. Hal ini karena pada kondisi pH 2 nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari air limbah industri farmasi PT Sinkona Indonesia Lestari nilainya paling kecil dibandingkan pada kondisi pH yang lain. Sehingga paling efektif menurunkan nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari sampel air limbah.

Secara umum kandungan gizi kulit pisang sangat banyak terdiri dari mineral, vitamin, karbohidrat, protein, lemak dan lain-lain. Berdasarkan penelitian hasil analisis kimia komposisi kulit pisang adalah air 69,8%, karbohidrat 18,5%, lemak 2,11%, protein 0,32%, kalsium 715 mg/100g, fosfor 117 mg/100g, besi 1,6 mg/100g, vitamin B 0,12 mg/100g, vitamin C 17,5 mg/100g [23].

Zat aktif dalam kulit pisang yang berperan dalam proses koagulasi adalah protein. Kondisi asam dari air limbah yang meningkatkan daya tarik menuju muatan positif pada asam amino dalam molekul protein itu. Kondisi asam tersebut dapat meningkatkan dan mempengaruhi kinerja molekul yang tampil efisien sebagai agen koagulan [24].

Pengukuran Dosis Optimum Biokoagulan Cangkang Telur Ayam Ras

Penetapan dosis optimum koagulan bertujuan untuk mengetahui dosis biokoagulan cangkang telur ayam ras dan kulit pisang kapok yang memberikan koagulasi maksimum. Dosis koagulan cangkang telur ayam dan kulit pisang kapok yang memberikan nilai turbiditas, TDS, dan TSS yang paling rendah, menunjukkan dosis optimum koagulan. Berikut hasil pemeriksaan dosis optimum:

Tabel 5. Penentuan dosis optimum biokoagulan cangkang telur ayam.

Parameter	Dosis (g/500mL)				
	30	40	50	60	70
Turbiditas (NTU)	113	90	86	259	255
TDS (ppm)	6097	5847	5702	6533	7335
TSS (ppm)	237	198	173	479	468

Dari **Tabel 5** dapat diketahui bahwa dosis optimum dari koagulan cangkang telur ayam adalah 50 g/500 mL. Hal ini karena pada dosis koagulan tersebut nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari air limbah industri farmasi PT Sinkona Indonesia Lestari nilainya paling kecil dibandingkan pada dosis koagulan yang lainnya. Sehingga paling efektif menurunkan nilai turbiditas, TDS, dan TSS dari sampel air limbah.

Tabel 6. Penentuan dosis optimum biokoagulan kulit pisang kapok.

Parameter	Dosis (g/500mL)				
	3	4	5	6	7
Turbiditas (NTU)	31	35	27	33	39
TDS (ppm)	3347	3470	3263	5717	4493
TSS (ppm)	181	210	171	179	249

Dari **Tabel 6** dapat diketahui bahwa dosis optimum biokoagulan adalah 5 g/500mL, artinya dengan dosis tersebut proses koagulasi/flokulasi telah maksimum, dan penambahan dosis hanya menambah jumlah zat organik pada sistem larutan. Hal ini terlihat dari nilai turbiditas, TDS dan TSS yang makin besar dengan penambahan dosis koagulan.

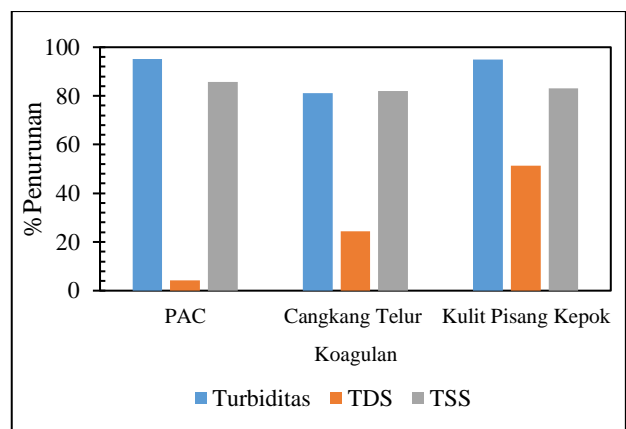
Penambahan dosis koagulan dapat menyebabkan adanya peningkatan pembentukan presipitat, yang akan diikuti dengan peningkatan frekuensi tumbukan antar partikel sehingga dapat membentuk flok yang lebih besar. Konsentrasi koloid yang tinggi berkorelasi dengan jumlah partikel yang tinggi di larutan, sehingga dapat meningkatkan frekuensi tumbukan dari partikel yang telah terdestabilisasi. Dengan kata lain, jika konsentrasi partikel koloid terdispersi di larutan rendah maka kesempatan untuk terjadi tumbukan antar partikel yang telah terdestabilisasi yang akan memacu pembentukan flok sangat kecil. Karena itu dibutuhkan dosis yang tinggi guna pembentukan inti flok dan mengisi larutan dengan partikel terdispersi agar kontak antar partikel dapat terjadi [21].

Perbandingan Efektifitas Koagulan PAC dan Biokoagulan Cangkang Telur Ayam Ras dan Biokoagulan Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sampel air limbah industri farmasi PT Sinkona Indonesia Lestari, dengan penambahan koagulan PAC dosis 1% dan pH netral, biokoagulan cangkang telur ayam ras dengan dosis optimum pada 50 g/500 mL dan pH optimumnya 8, biokoagulan kulit pisang kepok dengan dosis optimum 5g/500mL dan pH optimumnya 2 didapat data-data penurunan turbiditas, TDS, dan TSS yang disajikan di dalam **Tabel 7**.

Tabel 7. Persentase penurunan turbiditas, TDS, dan TSS.

Parameter	%Penurunan		
	PAC	Cangkang Telur	Kulit Pisang Kepok
Turbiditas	95.23	81.18	94.9
TDS	4.33	24.3	51.3
TSS	85.77	82.05	83.2



Gambar 1. Persentase penurunan turbiditas, TDS, dan TSS.

Dari **Gambar 1** bisa dilihat bahwa koagulan kulit pisang kepok lebih efektif dalam menurunkan TDS dibandingkan cangkang telur ayam ras dan PAC, namun untuk persentase penurunan turbiditas dan TSS lebih efektif PAC dibanding kulit pisang kepok dan cangkang telur ayam ras.

Adanya perbedaan nilai efisiensi dari kedua koagulan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan nilai valensi. Semakin tinggi nilai valensinya, maka semakin mudah untuk berikatan dengan partikel koloid untuk membentuk flok. Elektrolit bermuatan positif inilah yang akan menyerap partikel yang bermuatan negatif, sehingga terjadi pembentukan flok. Faktor lainnya yaitu koagulan PAC lebih mudah mengalami hidrolisis yang memudahkan dalam mengikat koloid dan membawanya kebawah sebagai flok, sedangkan flok yang dihasilkan dari koagulan

tepung cangkang telur ayam berasal dari koloid yang menempel pada butiran-butiran granula kulit telur [7].

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa cangkang telur ayam dan kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai bahan biokoagulan untuk mengolah limbah cair industri farmasi. Cangkang telur ayam ras sebagai koagulan bekerja optimal pada dosis 50 g/500 mL dan pH 8, sedangkan kulit pisang kepok bekerja pada dosis 5 g/500 mL dan pada pH 2. Cangkang telur ayam ras memiliki persentase penurunan turbiditas sebesar 81,18%, TDS 24,3%, dan TSS sebesar 82,05% sedangkan biokoagulan kulit pisang kepok dapat menurunkan turbiditas sebesar 94,9%, TDS 51,3%, dan TSS 83,2%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh Civitas Universitas Al-Ghifari dan Staf Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung yang telah membantu kelancaran proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N.A. al-Anbiya and S.S. Moersidik, "Identifikasi dan Evaluasi Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi (Studi Kasus: PT.Kimia Farma Plant Jakarta)", Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2014.
- [2] E. Steel and McGhee, *Water Supply and Sewerage*, newyork: mc graw hill inc, 1985.
- [3] M. Hammer, *Water and Wastewater Technology*, New Jersey: Prentice-Hall Int. Inc, 1986.
- [4] Wenbin, Hongshan, and Jianguo, *Application of Poly Aluminium Chloride in Shenzhen Water Supply-China*, Los Alamos National Library: los alamos, 1999.
- [5] M. Davis and D. Cornwell, *Introduction to Environmental Engineering*, singapore: McGraw-Hill Inc, 1991.
- [6] T. Yuwanta, *Telur dan Kualitas Telur*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [7] S. Wahyuni and L. Mulyatna, "Studi Perbandingan Efektifitas Koagulan Kulit Telur Sebagai Koagulan Alternatif dan Koagulan Alumunium Sulfat dalam Proses Penurunan Kandungan Kekeuhan Air Sungai Citarum Hulu", *Infomatek*, vol. 9, no. 4, pp. 237, 2007.
- [8] Budiman, Hamidah, and Hasria, "Skin Waste of Kepok Banana (*Musa Acuminata*) As A Biofilter of Iron (Fe) And Calcium (CaCO_3)", *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 8, no. 2, pp. 152-158, 2018.
- [9] B. John, U. Baig, N. Fathima, S. Asthana, and D. Sirisha, "Removal of Turbidity of Water by Banana Peel Using Adsorption Technology", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 9, no. 4, pp. 65-68, 2017.
- [10] Warsy, S. Chadijah, and W. Rustiah, "Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit", *Jurnal Al-Kimia UIN Alauddin Makasar*, vol. 4, no. 2, pp. 86-97, 2015.
- [11] M. Mathew, A. Mathew, J. G. A.V. N, and C. S. Alexander, "Effectiveness of Banana Peel and Moringa oleifera Seed Powders for the Treatment of Wastewater from an Institutional Kitchen", *International of Advance Engineering Research Development*, vol. 2, no. 2, pp. 96-104, 2015.
- [12] G. Agoes, *Teknologi Bahan Alam*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [13] D. RI, *Farmakope Indonesia Edisi III*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 1979.
- [14] M.A. Quraishi, Sudheer, and E.E. Ebenso, "Ketorol: New and Effective Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution", *International Journal of Electrochemical Science*, vol. 7, no. 13, pp. 9920-9932, 2012.
- [15] O.R. Mulia, "Efektivitas Koagulan Poly Alumunium Chloride (PAC) dan Tawas Terhadap Logam Alumunium Pada Air Baku PDAM Tirtanadi Hamparan Perak", Jurusan Analisis Farmasi dan Makanan, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2015.
- [16] T. Kusuma, M. Hadiwidodo, Mochtar, and Purwono, "Studi Penurunan TSS, Turbidity, dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (*Faenus aster*) sebagai Nano Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Pharos Tbk Semarang", *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1-7, 2017.
- [17] T. Kusuma, M. Hadiwidodo, and Purwono, "Studi Penurunan TSS, Turbidity, dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (*Faenus aster*) sebagai

- Nano Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Pharos Tbk Semarang”, *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [18] P.L. Widya, D. Putra, and B. Putra, “Efektifitas Pengolahan Air Effluent Menjadi Air Reklamasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Ditinjau dari Kandungan Kekeruhan, TDS, dan TSS”, *Jurnal Kimia Universitas Udayana*, vol. 7, no. 1, pp. 64-74, 2013.
- [19] F. Nicola, “Hubungan Antara Konduktivitas, TDS, dan TSS dengan Kadar Fe^{2+} dan Fe Total Pada Air Sumur Gali”, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jember, 2015.
- [20] F.G.W.F.A. Cotton, *Basic Inorganic Chemistry*, 1st ed, Newyork: John Wiley and Sonc, Inc., 1976.
- [21] R.S. Wardani, B. Iswanto, and Winarni, “Pengaruh pH pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida”, *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 40-45, 2009.
- [22] E.F. Karamah and A. Septiyanto, “Pengaruh Suhu dan Tingkat Keasaman (pH) pada Tahap Pralakuan Koagulasi (Koagulan Alumunium Sulfat) dalam Proses Pengolahan Air Menggunakan Membran Mikrofiltrasi Polipropilen Hollow Fibre”, Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2013.
- [23] M.W. Agustina, “Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Terhadap Kualitas Ledre”, Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
- [24] M. Priyatharishini, N.M. Mokhtar, and R.A. Kristanti, “Study on the Effectiveness of Banana Peel Coagulant in Turbidity Reduction of Synthetic Wastewater”, *International Journal of Engineering Technology and Sciences (IJETS)*, vol. 6, no. 1, pp. 82-90, 2019.
- [25] P. Bormans, *Ceramics are more than Clay Alone*, Cambridge: Cambridge International Science Publishing, 2004.
- [26] M. P. Fewell, "The atomic nuclide with the highest mean binding energy", *American Journal of Physics*, vol. 63, no. 7, pp. 653-658, 1995.