

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313314620>

Pemanfaatan Kacang Babi (*Vicia faba*) dan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Sebagai Koagulan Alami Pada Proses Perbaikan Kualitas Air

Article · January 2016

CITATIONS

8

READS

690

3 authors, including:



Ani Iryani

Universitas Pakuan

21 PUBLICATIONS 143 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Photocatalyst [View project](#)



synthesis ZSM-5 meso pore from kaolin use as catalyst fragrance [View project](#)

**Pemanfaatan Kacang Babi (*Vicia faba*) dan Biji Asam Jawa
(*Tamarindus indica L*) Sebagai Koagulan Alami
Pada Proses Perbaikan Kualitas Air**

Oleh
Riska Devi Purnamasari¹, Ani Iryani², Tri Aminingsih³

RINGKASAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup akan tetapi, tingkat pencemaran air sudah sangat memprihatinkan. Metode koagulasi merupakan salah satu metode yang cukup banyak diaplikasikan pada pengolahan air. Metode ini menggunakan koagulan sintetik yang dapat memicu penyakit alzheimer. Alternatif lain koagulan sintetik yaitu memanfaatkan biokoagulan yang berasal dari bahan – bahan yang tersedia di alam. Tanaman yang diduga memiliki potensi sebagai biokoagulan diantaranya kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*), karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yang dapat berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil koagulasi positif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH dan konsentrasi optimum suspensi serbuk kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) sebagai biokoagulan untuk memperbaiki kualitas air dan pengaruhnya terhadap parameter kualitas air.

Kacang babi dan biji asam jawa dihaluskan dan dilakukan ekstraksi selama 24 jam. Residu hasil ekstraksi dikeringkan pada suhu ruang dan dibuat suspensi 0,06% (b/v) dengan variasi pH 2,3,4,6 dan 8 kemudian diproses menggunakan *jartest* sehingga didapatkan pH optimum. pH optimum yang didapatkan digunakan untuk menentukan konsentrasi optimum dengan cara melarutkan serbuk kacang babi dan biji asam jawa dengan variasi konsentrasi 0,02%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1%. Air baku yang sudah ditambahkan biokoagulan tersebut diproses menggunakan *jartest*, hasil supernatannya dianalisis nilai turbiditas, pH, DO, BOD, COD, dan Total *Coliform*.

Hasil *jartest* menunjukkan bahwa pH optimum suspensi kacang babi dan suspensi biji asam jawa berada pada pH 3. Konsentrasi optimum suspensi kacang babi sebesar 0,06% dengan penurunan kekeruhan 99,70 % sedangkan konsentrasi optimum suspensi biji asam jawa sebesar 0,04% dengan penurunan kekeruhan sebesar 99,60 %. Suspensi kacang babi pada konsentrasi optimum 0,06% dengan persentase penurunan TSS sebesar 99,27%, nilai BOD sebesar 83,30%, nilai COD sebesar 98,93%, dan persentase kenaikan nilai DO sebesar 72,83%. Suspensi biji asam jawa pada konsentrasi optimum 0,04% dengan persentase penurunan TSS sebesar 99,27%, nilai BOD sebesar 90,20 %, nilai COD sebesar 93,47%, dan persentase kenaikan nilai DO sebesar 78,65 %. Penggunaan suspensi kacang babi tidak menurunkan jumlah total bakteri *coliform* pada konsentrasi suspensi kacang babi 0,02% - 0,1%, sedangkan biji asam jawa mampu menurunkan jumlah bakteri total *coliform* dengan semakin meningkatnya konsentrasi suspensi biji asam jawa dalam air pada konsentrasi suspensi biji asam jawa 0,04% - 0,1%.

Kata Kunci : Air, Biokoagulan, Kacang babi (*Vicia faba*), Biji asam jawa (*Tamarindus indica L*), *Jartest*

¹ Mahasiswa Program Studi Kimia Fakultas MIPA UNPAK

² Dosen Pembimbing Studi Kimia Fakultas MIPA UNPAK

³ Dosen Pembimbing Studi Kimia Fakultas MIPA UNPAK

SUMMARY

Water is very important resources for organism, but the level of water pollution already alarming. Coagulation method is one of quite widely applied in water treatment. This method uses synthetic coagulant that can trigger Alzheimer's diseases. Another alternative is utilizing synthetic coagulant derived from ingredients available in nature. A plant that is thought to have potential as biocoagulant including faba beans and tamarind seeds, because it has a high protein content that can serve as a natural cationic polyelectrolyte and showed positive coagulation. The aim of this research was to determine of the optimum pH and concentration of faba bean and tamarind seeds powder suspension as biocoagulant to improve water quality and its effect on water quality parameter.

Faba bean and tamarind seeds crushed and extracted for 24 hours. The extraction residue dried at room temperature and the suspension made 0.06% with variation in pH 2,3,4,6 and 8 then processed using jar test to obtain the optimum pH. The optimum pH which is obtained is used to determine the optimum concentration by dissolving powdered faba bean and tamarind seeds with varying concentration of 0.02%, 0.04%, 0.06%, 0.08%, dan 0.1%. Raw water is processed using a coagulant is added jar test, the supernatant analyzed the result of the value of turbidity, DO, BOD, COD, dan Total Coliform.

The result of jar test showed the optimum pH suspension of faba bean and tamarind seeds lies in pH 3. The optimum concentration suspension of faba bean is 0.06% with a decrease in turbidity 99.70% while the optimum concentration suspension of tamarind seeds is 0.04% with decrease in turbidity 99.60%. Suspension faba bean on the optimum concentration 0.06% may decrease TSS 99.27%, BOD value 83.30%, COD 98.93% and the percentage increase in value DO at 72, 83%. Suspension tamarind seeds on the optimum concentration 0.04% may decrease TSS 99.27%, BOD value 90.20%, COD 93.47% and the percentage increase in value DO at 78.65%. The use of faba bean suspension not reduce the total number of coliform bacteria in concentration of 0.02% - 0.1%, while the tamarind seed can lower the number of total coliform bacteria in the increasing concentration of the suspension tamarind seeds in water at 0.04% - 0.1%.

Keyword : Water, Biocoagulant, Faba bean (*Vicia faba*), Tamarind seeds (*Tamarindus indica* L), Jar test

PENDAHULUAN

Air sebagai sumber daya alam yang sangat penting, dibutuhkan diberbagai bidang kehidupan dan berbagai kegiatan masyarakat untuk kelangsungan hidup sehingga keberadaan air sangat mutlak diperlukan. Tanpa adanya proses pengolahan air yang memadai, air yang sudah tercemar dapat membebani bahkan melampaui kesanggupan alam untuk membersihkannya. Proses pengolahan air

yang memadai merupakan salah satu kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan (Effendi, 2003).

Pencemaran utama pada air diakibatkan oleh limbah rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian. Pencemaran tersebut dapat mencemari lingkungan dalam bentuk larutan, koloid, maupun bentuk partikel lainnya. Oleh karena itu, mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan

bagi lingkungan maka dibutuhkan metode yang tepat untuk mengolah air.(Said & Ruliasih, 2010)

Pengolahan air dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti presipitasi, adsorpsi, dan koagulasi. Diantara metode yang ada, metode koagulasi merupakan salah satu metode yang cukup banyak diaplikasikan pada pengolahan air. Pada metode ini biasanya digunakan koagulan sintetik. Koagulan yang umumnya adalah garam – garam aluminium seperti aluminium sulfat dan PAC (Polyaluminium Chloride). Beberapa studi melaporkan bahwa senyawa alum dapat memicu penyakit alzheimer (Campbell, 2002). Dilaporkan juga bahwa monomer beberapa polimer organik sintetik seperti PAC dan alum memiliki sifat neurotoksisitas.

Alternatif lain dari penggunaan koagulan sintetik yaitu pemanfaatan biokoagulan yang berasal dari bahan – bahan yang tersedia di alam. Dalam rangka menggiatkan pemanfaatan bahan – bahan alami sebagai biokoagulan dan lebih memperkaya keragaman tanaman yang berpotensi sebagai alternatif koagulan sintetik, telah dilakukan beberapa penelitian terhadap tanaman yang memiliki potensi sebagai biokoagulan diantaranya biji kelor (*Moringa oleifera*) (Foidl et al., Bina et al., 2010), Biji nirmali (*Strychnos*

potatorum) (Babu dan Malay Chauduri, 2005).

Tanaman yang diduga memiliki potensi sebagai biokoagulan diantaranya kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*). Kacang babi (*Vicia faba*) dikenal memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu berkisar 20 – 25% dan beragam jenis asam amino dengan kadar yang cukup tinggi, dalam 100 gram kacang babi (*Vicia faba*) terkandung 26,2 gram protein (Duke, 1983). Protein yang terkandung dalam kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) inilah yang nantinya diharapkan dapat menggantikan fungsi dari koagulan sintetik. Protein yang merupakan salah satu penyusun dari kacang babi (*Vicia faba*) dapat berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil koagulasi positif (Babu & Chauduri, 2005; Sutherland et al., 1990). Atas dasar alasan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan harapan akan diperoleh biokoagulan dari kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) sebagai alternatif bagi penggunaan koagulan sintetik dalam memperbaiki kualitas air dan dapat mengetahui pengaruh biji asam jawa dan kacang babi terhadap parameter kualitas air yang meliputi kekeruhan, pH, total coliform, TSS, DO, BOD, dan COD.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH dan konsentrasi optimum suspensi serbuk kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) sebagai biokoagulan untuk memperbaiki kualitas air.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dilaboratorium Kimia Fisika Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wil.1 Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.. Bahan baku dalam percobaan ini adalah air sungai kalimalang. Bahan Koagulan yang digunakan dalam percobaan ini adalah kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asamjawa (*Tamarindus indica*).

Bahan

Bahan kimia yang digunakan antara lain, $H_2SO_4(P)$, $H_2SO_4 2 M$, NaOH 10 %, Na- Tiosulfat 0,025 N, $MnSO_4$, alkali iodida azida, kanji 0,5 %, serbuk $HgSO_4$, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N, perekasi asam sulfat – perak sulfat, indikator feroin, FAS 0,1 N, aquades, Buffer Posfat, media endo, larutan $CaCl_2$, larutan $FeCl_3$, larutan $MgSO_4, n$ - heksana.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Jar test*, Oven,pompa vacum, desikator,neraca analitik, pendingin *liebig*,blender, hot plate, pH meter, turbidimeter, stop watch, *beaker glass*, botol DO, gelas ukur, petri

dish,cawan *gooch*, erlenmeyer, pipet ukur 10 ml, pipet gondok 1 ml, pipet volumetrik 20 ml, pipet volumetrik 25 ml, pipet volumetrik 50 ml, buret makro 50 ml, labu takar 100 ml, automatic pipet,batang pengaduk, pinset, ayakan mesh, alluminium foil, kertas saring *whatman*.

Pembuatan Suspensi Kacang Babi (*Vicia faba*) dan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*).

Kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) yang digunakan dalam pembuatan suspensi adalah kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) yang sudah tua ditandai dengan biji yang berwarna coklat dan kering. Kacang babi (*Vicia faba*) direndam dalam air selama \pm 12 jam pada suhu kamar kemudian dikupas kulitnya dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama \pm 12 jam. Kacang babi (*Vicia faba*) yang telah kering kemudian dihaluskan dengan blender lalu diayak dengan menggunakan ayakan 40 mesh sehingga diperoleh serbuk halus. Serbuk kacang babi ditimbang sebanyak 10 gram dan dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian ditambahkan pelarut *n* – heksana hingga mencapai 50 ml dengan perbandingan 1 : 5 (w/v). Prosedur ekstraksi dilakukan dengan merendam sampel dengan *n* – heksana selama 24 jam pada suhu ruang dan diaduk dengan menggunakan stirrer. Hasil maserasi

disaring menggunakan corong kaca dan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan residu kacang babi. Residu kacang babi dikeringkan pada suhu ruang. Setelah kering, Serbuk halus kacang babi dibuat suspensi 2% (b/v) dengan melarutkan 2 gram serbuk halus dengan aquades hingga volumenya 100 mL, kemudian dilakukan pengenceran ke dalam 1L air baku dengan variasi konsentrasi 0,02%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1%. Perlakuan yang sama dilakukan untuk pembuatan suspensi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) tetapi tanpa dilakukan perendaman.

Penentuan pH Optimum Terhadap Turbiditas Air Baku pada Proses Koagulasi Flokulasi.

Penentuan pH optimum terhadap turbiditas air baku pada proses koagulasi/ flokulasi dilakukan dengan proses jarrest. Air baku yang digunakan terlebih dahulu di analisis turbiditas awal, temperatur dan pH awal. Proses jarrest dilakukan dengan cara 5 beaker glass 1000 ml yang diisi air baku kemudian diatur tingkat keasamannya dengan variasi pH 2, 3, 4, 6, dan 8 dengan cara menambahkan H₂SO₄ 2 M dan NaOH 10 %. Masing – masing larutan yang sudah di atur pH nya ditambahkan biokoagulan dengan konsentrasi 0,06 %. Kemudian, diaduk dengan kecepatan tinggi 110 rpm selama 2 menit dan diikuti pengadukan lambat 40 rpm selama 10 menit, setelah itu dilakukan

proses sedimentasi selama 20 menit. Setelah mengendap diambil supernatannya untuk dianalisa turbiditas.

Penentuan Konsentrasi Koagulan Optimum Terhadap Turbiditas Air Baku pada Proses Koagulasi - Flokulasi.

Pengaruh Konsentrasi optimum koagulan terhadap turbiditas air baku pada proses koagulasi/ flokulasi dilakukan dengan proses jarrest. Air baku yang digunakan terlebih dahulu di analisis turbiditas awal, pH awal, temperatur, DO, BOD, COD, TSS dan Total *coliform*. Proses jarrest dilakukan dengan cara 5 beaker glass 1000 ml yang sudah diisi dengan air bakuyang sudah ditambahkan biokoagulan dengan variasi konsentrasi 0,02%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1%, kemudiandiatur tingkat keasamannya sesuai dengan pH optimum yang didapatkan perlakuan sebelumnya dengan cara menambahkan H₂SO₄ 2 M dan NaOH 10 %. Kemudian, diaduk dengan kecepatan tinggi 110 rpm selama 2 menit dan diikuti pengadukan lambat 40 rpm selama 10 menit, setelah itu dilakukan proses sedimentasi selama 20 menit. Setelah mengendap diambil supernatannya untuk dianalisa turbiditas, pH, temperatur, DO, BOD, COD, TSS dan total *coliform*.

Penentuan Dissolve Oxygen (DO) Dengan Metode Iodometri

Contoh uji (Air baku yang sudah ditambahkan biokoagulan dan sudah

melewati proses jarrest) dimasukan kedalam botol DO secara hati – hati agar tidak ada gelembung udara, kemudian ditambahkan larutan mangan sulfat 1 ml dan larutan alkali – iodida - azida 1 ml. Botol ditutup dan dikocok agar larutan tercampur dan didiamkan \pm 10 menit agar larutan mengendap. Setelah itu, ditambahkan $H_2SO_{4(P)}$ sebanyak 1 ml, dan dikocok kembali hingga tercampur. Kemudian, sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer 300 ml dan dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,025 N sampai timbul warna kuning, setelah itu ditambah indikator kanji 0,5 % sebanyak 1 ml sehingga timbul warna biru tua. Titrasi dilanjutkan kembali. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna biru tepat hilang.

Penentuan Biological Oxygen Demand (BOD) Dengan Metode Iodometri

Contoh uji diatur tingkat keasamannya hingga pH 7 dengan penambahan H_2SO_4 dan NaOH. Contoh uji sebanyak 75 ml dimasukkan kedalam gelas ukur 1000 ml, kemudian ditambahkan air pengencer sebanyak 225 ml dan diaduk hingga homogen. Dua buah botol DO disiapkan dan ditandai dengan notasi yang berbeda seperti A_1 dan A_2 . Larutan contoh uji dimasukkan kedalam masing – masing botol DO tersebut secara hati – hati dan proposional untuk menghindari gelembung udara. Botol DO yang sudah terisi penuh kemudian ditutup. Botol A_2 disimpan di

lemari inkubator pada suhu $20^\circ C$ selama 5 hari, sedangkan kedalam botol A_1 ditambahkan larutan mangan sulfat 1 ml dan larutan alkali – iodida- azida 1 ml. Botol ditutup dan dikocok agar larutan tercampur serta didiamkan \pm 10 menit agar larutan mengendap. Setelah itu, ditambahkan $H_2SO_{4(P)}$ sebanyak 1 ml, dan dikocok kembali hingga tercampur. Sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dititrasi dengan larutan tiosulfat 0.025 N sampai timbul warna kuning, setelah itu ditambah indikator kanji 0,5 % sebanyak 1 ml sehingga timbul warna biru tua. Titrasi dilanjutkan kembali. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna biru tepat hilang

Penentuan Chemical Oxygen Demand (COD) Dengan Metode Titrimetri

Contoh uji sebanyak 10 ml dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan serbuk $HgSO_4 \cdot 0.2$ gram, 5 ml $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N, 15 ml perekasi asam sulfat – perak sulfat secara perlahan – lahan sambil didinginkan dalam air pendingin dan beberapa butir batu didih. Erlenmeyer yang sudah berisi campuran tersebut dihubungkan dengan pendingin liebig dan didihkan diatas hotplate selama 2 jam. Setelah 2 jam, bagian dalam dari air pendingin di cuci dengan air suling hingga volume contoh uji kurang lebih 70 ml dan didinginkan sampai temperatur kamar. Setelah dingin, campuran tersebut ditambahkan indikator ferroin 2 – 3 tetes,

kemudian dititrasi dengan larutan FAS 0.1 N.

Penentuan Total Solid Suspended (TSS) Dengan Metode Gravimetri

Contoh uji diaduk dengan magnetik stirrer hingga homogen. Setelah homogen, contoh uji dipipet sebanyak 20 ml dan dimasukkan kedalam alat penyaring yang sudah dilapisi kertas saring (sebelum dimasukan contoh uji, kertas saring terlebih dahulu dicuci dengan aquades sebanyak 10 ml). Contoh uji disaring menggunakan vakum selama ± 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Setelah 3 menit, kertas saring dipindahkan secara hati – hati dari peralatan penyaringan ke cawan *gooch* yang sudah dilapisi alumunium sebagai penyangga. Kemudian, kertas saring tersebut dikeringkan didalam oven selama 1 jam pada suhu $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$. Setelah 1 jam, kertas saring dimasukkan kedalam desikator untuk menyeimbangkan suhu, kemudian kertas saring ditimbang.

Penentuan Total Coliform Dengan Metode Membran Filter

Daerah disekitar tempat kerja dan alat yang digunakan dibersihkan dengan alkohol. Contoh uji sebanyak 10 ml dimasukkan kedalam alat penyaring yang sudah dilapisi oleh membran. Penyaringan berjalan sambil dilakukan pembilasan dengan aquadesh sebanyak 1- 2 kali. Setelah disaring, membran tersebut

dimasukan kedalam petri dish yang sudah berisi media endo sebanyak 1.8 – 2 ml. Petri dish yang sudah berisi media endo dan membran dimasukkan secara terbalik kedalam inkubator untuk dilakukan proses inkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serbuk kacang babi dan biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan alami pada proses perbaikan kualitas air. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh biokoagulan terhadap parameter kualitas air. Kondisi Optimum pada penelitian ini digunakan variasi pH dan konsentrasi suspensi serbuk kacang babi dan biji asam jawa untuk mengetahui biokoagulan tersebut dapat bekerja lebih baik.

Suspensi Serbuk Kacang Babi (*Vicia faba*) dan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L)..

Pada proses pembuatan suspensi serbuk kacang babi (*Vicia faba*) dan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica*) yang digunakan adalah kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica*) yang sudah tua ditandai dengan biji yang berwarna coklat dan kering. Kacang babi (*Vicia faba*) yang sudah tua dan kering tersebut direndam dalam air, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengelupasan kulit luar pada kacang babi. Setelah direndam, kacang babi di keringkan dibawah sinar

matahari guna mendapatkan kacang babi yang kering. Untuk menghilangkan lemak yang terkandung dalam kacang babi dan biji asam jawa maka dilakukan ekstraksi. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi. Maserasi dipilih untuk mencegah terjadinya kerusakan senyawa aktif yang terkandung dalam kacang babi maupun biji asam jawa. Senyawa aktif dalam suatu ekstrak cenderung tidak stabil pada suhu tinggi sehingga pemanasan pada suhu tinggi perlu dihindari (Canell, 1998). Maserasi dilakukan dengan menggunakan pelarut *n* – heksana. Pemilihan pelarut *n* – heksana didasarkan pada selektivitasnya dalam mengekstrak senyawa – senyawa non polar, tingkat keamanan dan kemudahan menguap (Sarker dkk., 2006). Penggunaan *n* – heksana sebagai pelarut dalam maserasi diharapkan dapat melarutkan senyawa – senyawa non polar seperti lemak yang terkandung dalam kacang babi dan biji asam jawa. Pada saat maserasi terjadi proses pengadukan terhadap bahan yang diekstrak. Hal ini memperbesar kemungkinan tumbukan antar partikel yang mengakibatkan pemecahan sel sehingga komponen yang diinginkan dapat keluar dari jaringan bahan dan larut dalam pelarutnya serta untuk memperbesar pengikatan dan reaksi antara komponen bahan aktif dengan pelarut yang digunakan (Damayanti, 2008). Residu serbuk kacang

babi dan biji asam jawa yang dihasilkan setelah proses maserasi dikeringkan pada suhu ruang, kemudian dilakukan proses pelarutan dengan menggunakan aquades sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Selanjutnya, dilakukan proses *jarrrtest* untuk mengetahui pengaruh biokoagulan bebas lemak terhadap kualitas air

Hasil serbuk kacang babi dan serbuk biji asam jawa yang sudah dilakukan maserasi kemudian dilarutkan dengan aquades memperlihatkan larutan yang keruh, hal ini dapat disebabkan oleh kandungan pati yang terkandung pada biji asam jawa dan kacang babi, karena salah satu sifat pati adalah tidak larut dalam air dingin. Menurut Rao (2005), biji asam jawa mengandung zat aktif seperti tanin, minyak esensial dan beberapa polimer alami seperti pati, getah dan albuminoid.

pH Optimum Suspensi Serbuk Kacang Babi dan Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Kekeruhan Air Sungai Pada Proses Koagulasi – Flokulasi.

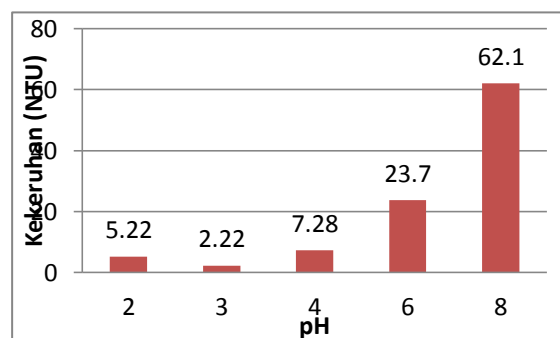
Proses koagulasi merupakan proses adsorpsi oleh koagulan terhadap partikel – partikel koloid sehingga menyebabkan destabilisasi partikel. Proses ini biasa disebut juga proses netralisasi partikel. Koagulan yang mengandung muatan berlawanan dengan muatan partikel koloid akan mengadsorpsi koloid tersebut pada permukaannya dan menurunkan gaya tolak

menolak antara koloid sehingga partikel tidak terhalangi untuk terkoagulasi membentuk partikel yang lebih besar dan dapat mengendap. Penelitian ini diawali dengan mengamati variasi pH agar dapat diketahui pH optimum koagulasi. Penentuan pH optimum ini digunakan untuk mengetahui kondisi kerja biokoagulan. Variasi pH yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pH 2, 3, 4, 6, dan 8. Hal ini disesuaikan dengan baku mutu air bersih menurut PP No. 82 Tahun 2001 bahwa pH air berada dalam rentang 6 – 9.

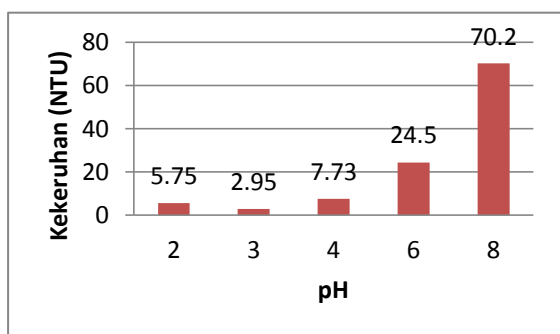
Proses koagulasi sangat dipengaruhi oleh pH. Koagulasi memiliki rentang pH tertentu untuk mencapai koagulasi yang optimum. Misalnya rentang pH optimum untuk alum adalah 5,0 sampai dengan 7,0 karena aluminium hidroksida relatif tidak larut pada rentang tersebut. Oleh karena itu, air yang akan di beri perlakuan *jartest* harus memiliki pH yang dapat memadai untuk dapat bereaksi dengan koagulan menghasilkan flok.

Pengaruh pH dan kekeruhan pada proses *jartest* dengan menggunakan biokoagulan kacang babi dan biji asam jawa dapat dilihat pada gambar 4 dan 5. Kedua jenis biokoagulan tersebut dapat bekerja lebih baik pada pH asam. Pada pH 6 dan 8 terjadi pembentukan flok akan tetapi tidak terjadi penurunan efisiensi kekeruhan yang signifikan. Kekeruhan

yang dihasilkan pada pH 6 dan 8 masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air bahwa kekeruhan yang memenuhi kualitas air bersih harus dibawah 5 NTU. Biokoagulan kacang babi dan biji asam jawa menunjukkan pH optimum terjadi pada pH 3, hal ini diduga terjadi protonasi pada gugus amino (NH_2) dari protein yang terlarut dari kacang babi dan biji asam jawa sehingga gugus amini berinteraksi dengan H^+ dari larutan menjadi $-\text{NH}_3^+$. Gugus $-\text{NH}_3^+$ mendukung terjadinya ikatan antara protein kacang babi dan biji asam jawa dengan partikel – partikel koloid yang bermuatan negatif. Kekeruhan kembali meningkat pada pH 2 diduga telah terjadi denaturasi protein akibat pH yang terlalu ekstrim.



Gambar 6. Hubungan pH dan kekeruhan biokoagulan Kacang Babi



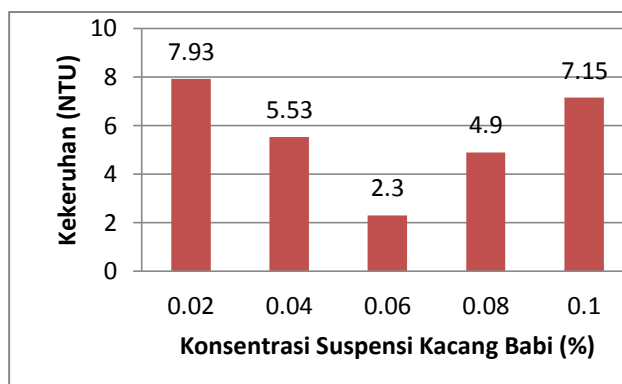
Gambar 7. Hubungan pH dan kekeruhan biokoagulan Biji Asam Jawa

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Kriteria pH air bersih (Kelas II) yang dianjurkan memiliki pH 6- 9 maka sampel air permukaan yang telah mengalami perlakuan dengan biokoagulan kacang babi dan biji asam jawa ini masi perlu dilakukan proses netralisasi agar pH yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu.

Konsentrasi Optimum Suspensi Serbuk Kacang Babi dan Biji Asam Jawa Terhadap Kekeruhan Air Baku pada Proses Koagulasi – Flokulasi.

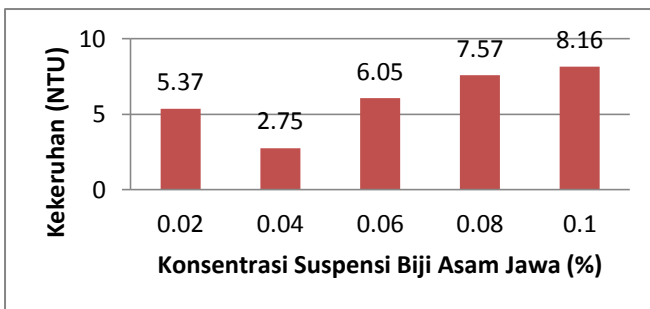
Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton, dan zat – zat halus lainnya. Kemampuan kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) sebagai biokoagulan dapat diamati pengaruhnya dalam menurunkan turbiditas melalui *jar test*. Protein yang terkandung dalam kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) inilah yang nantinya diharapkan dapat menggantikan

fungsi dari koagulan sintetik. Protein yang merupakan salah satu penyusun dari kacang babi (*Vicia faba*) dapat berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil koagulasi positif (Babu& Chauduri, 2005; Sutherland et al., 1990). Menurut Dobrynin dan Michael (2005), Polielektrolit adalah polimer yang membawa muatan positif atau negatif dari gugus yang terionisasi. Pada pelarut yang polar seperti air, gugus ini dapat terdisosiasi meninggalkan muatan polimernya dan melepaskan ion yang berlawanan dalam larutan.



Gambar 7 menunjukkan pengaruh turbiditas terhadap konsentrasi Biokoagulan kacang babi. Pada grafik terlihat bahwa kekeruhan air semakin menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi. Akan tetapi, terjadi peningkatan kekeruhan kembali pada konsentrasi 0,08% dan 0,1%. Turbiditas kembali meningkat disebabkan penambahan biokoagulan yang berlebihan mengakibatkan bertambahnya kecenderungan flok untuk mengagung dan

tidak mengendap. Kelebihan koagulan yang tidak berinteraksi dengan partikel koloid juga akan menyebabkan kekeruhan sehingga turbiditas kembali meningkat di atas dosis optimum. Dalam grafik menunjukkan konsentrasi optimum dari biokoagulan kacang babi sebesar 0.06 %.



Gambar 9, menunjukkan pengaruh konsentrasi biokoagulan biji asam jawa terhadap kekeruhan. Sama halnya dengan biokoagulan kacang babi, pada grafik terlihat bahwa kekeruhan air semakin menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi. Akan tetapi, terjadi peningkatan kekeruhan kembali pada konsentrasi 0,06%, 0,08% dan 0,1%. Turbiditas kembali meningkat disebabkan penambahan biokoagulan yang berlebihan mengakibatkan bertambahnya kecenderungan flok untuk mengapung dan tidak mengendap. Kelebihan koagulan yang tidak berinteraksi dengan partikel koloid juga akan menyebabkan kekeruhan sehingga turbiditas kembali meningkat di atas dosis optimum. Dalam grafik menunjukkan konsentrasi optimum

dari biokoagulan biji asam jawa sebesar 0.04 %.

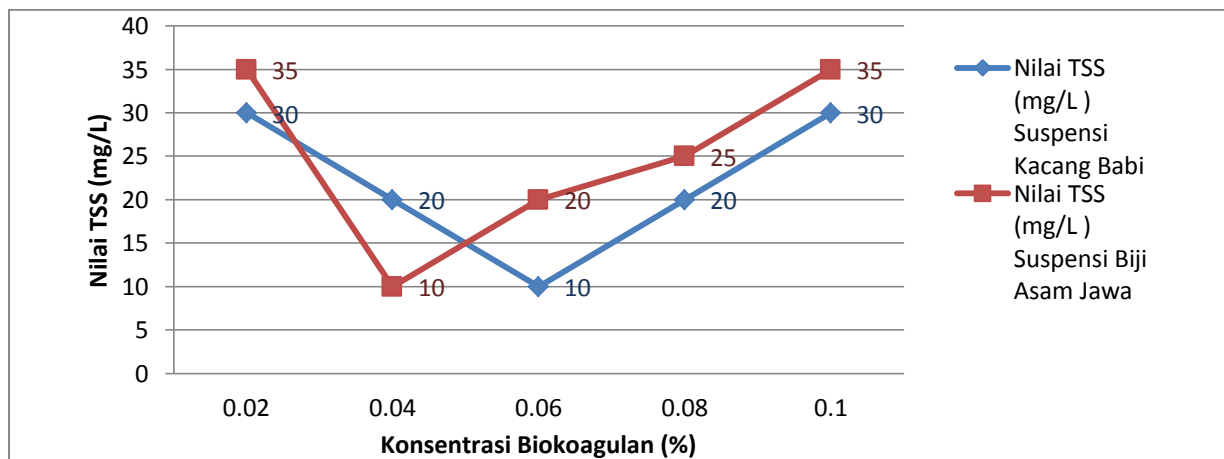
Penurunan kekeruhan air sungai dengan menggunakan biokoagulan kacang babi sebesar 99.69 % pada konsentrasi optimum 0.06% dan biokoagulan biji asam jawa sebesar 99.63 % pada konsentrasi optimum 0.04%. Hal ini diperoleh berdasarkan perhitungan efisiensi dengan kekeruhan awal air sungai sebesar 745 NTU.

Secara umum semua partikel koloid memiliki muatan sejenis. Adanya muatan sejenis tersebut maka terdapat gaya tolak – menolak antar partikel koloid. Hal ini mengakibatkan partikel – partikel koloid tidak dapat bergabung sehingga memberikan kestabilan pada sistem koloid. Protein yang terlarut dari kacang babi (*Vicia faba*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) mengandung gugus $-NH_3^+$ yang dapat mengikat partikel – partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel – partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar dan pada akhirnya dapat terendapkan. Proses pengadukan selama *jar test* berlangsung juga harus diperhatikan untuk menunjang keberhasilan proses koagulasi. Pengadukan cepat (*rapid mixing*) berperan penting dalam pencampuran koagulan dan destabilisasi koloid. Tujuan pengadukan cepat adalah untuk menghasilkan

turbulensi air sehingga dapat mendispersikan koagulan dalam air. Pengadukan cepat selama jar test berlangsung membantu partikel – partikel halus didalam air saling bertumbukan sehingga membentuk mikroflokk. Sedangkan pengadukan lambat (slow

mixing) berepran dalam upaya pengabungan flokk. Mikroflokk yang telah terbentuk ini melalui pengadukan lambat akan begabung menjadi makroflokk yang dapat dipisahkan melalui sedimentasi.

Pengaruh Konsentrasi Suspensi Serbuk Kacang Babi dan Biji Asam Jawa Terhadap Kadar TSS Pada Proses Koagulasi - Flokulasi



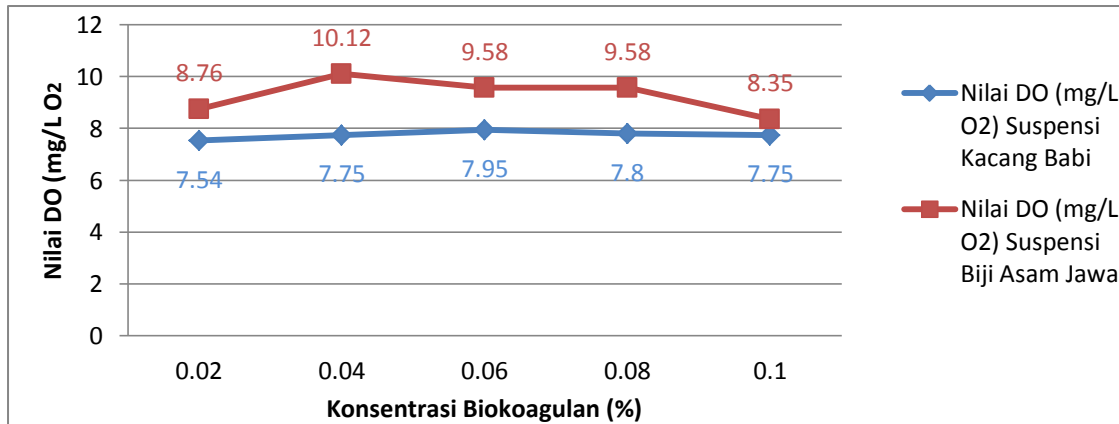
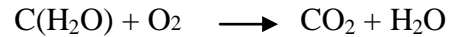
Gambar 10. Hubungan Konsentrasi Biokoagulan Terhadap Nilai TSS Air Sungai.

Gambar 10 menunjukkan pengaruh konsentrasi suspensi kacang babi dan suspensi biji asam jawa terhadap nilai TSS. Dari gambar 10, dapat dilihat terjadi penurunan kadar TSS pada suspensi kacang babi yang paling signifikan pada konsentrasi 0,06% dengan kadar TSS sebesar 10 mg/L akan tetapi kadar TSS kembali meningkat pada konsentrasi 0,08%. Penurunan kadar TSS pada suspensi biji asam jawa yang paling signifikan pada konsentrasi 0,04% dengan kadar TSS sebesar 10 mg/L akan tetapi kadar TSS kembali meningkat pada

konsentrasi 0,06%. Konsentrasi biokoagulan kacang babi dan biokoagulan biji asam jawa yang terlalu banyak mengakibatkan kemampuan penurunan kadar TSS menjadi jenuh. Sesuai peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang kualitas air sungai hasil optimum 10 mg/L telah memnuhi baku mutu.

Pengaruh Konsentrasi Suspensi Kacang Babi dan Biji Asam Jawa Terhadap nilai DO, BOD dan COD Pada Proses Koagulasai - Flokulasi.

Keberadaan oksigen sangat vital dalam perairan alami. Dalam air oksigen dikonsumsi secara cepat oleh bahan organik, (CH₂O), dalam reaksi:



Gambar 11. Hubungan Konsentrasi Biokoagulan Terhadap Nilai DO

Parameter oksigen terlarut memberikan indikasi tentang tingkat kesegaran air akibat adanya proses biodegradasi dan asimilasi pada badan air. Adanya muatan bahan organik yang berlebih akan menyebabkan oksigen terlarut dalam air pada kondisi yang kritis, atau merusak kadar kimia air. Rusaknya kadar kimia air tersebut akan berpengaruh terhadap fungsi dari air (Salmin, 2008).

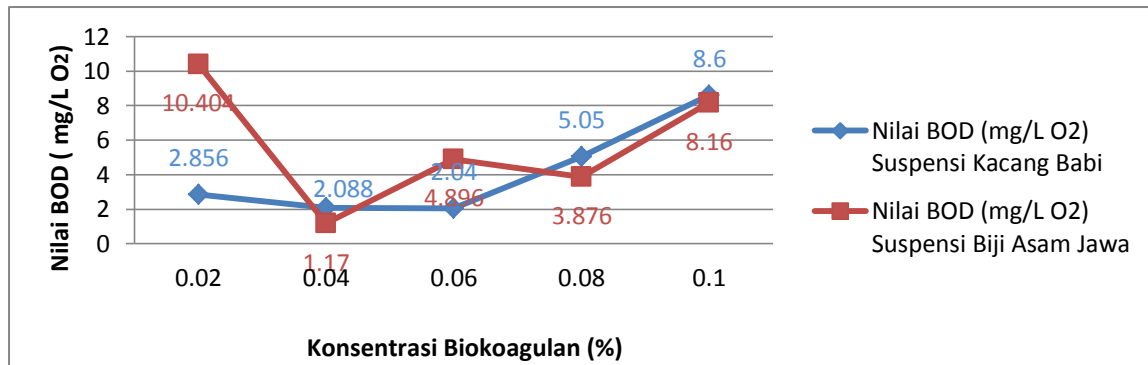
Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan, dapat dilihat dalam gambar 11, menunjukkan pengaruh biokoagulan kacang babi dan biji asam jawa terhadap nilai DO. Hasil analisis menunjukkan semakin besar konsentrasi dari kedua biokoagulan tersebut yang ditambahkan akan semakin meningkat nilai DO, akan tetapi terjadi penurunan

nilai DO pada suspensi kacang babi dengan konsentrasi 0,08 % dan penurunan nilai DO pada suspensi biji asam jawa dengan konsentrasi 0,06 %, hal ini dikarenakan adanya muatan organik yang berlebih sehingga mengakibatkan oksigen yang terlarut dalam air akan berkurang karena kondisi larutan yang semakin jenuh. Dalam penelitian, konsentrasi optimum suspensi kacang babi sebesar 0,06% dan konsentrasi optimum biji asam jawa 0,04%, akan tetapi nilai DO pada suspensi kacang babi mengalami penurunan pada konsentrasi 0,08% dan nilai DO pada suspensi biji asam jawa konsentrasi 0,06%.

Pengaruh konsentrasi suspensi kacang babi terhadap nilai DO dapat dilihat kenaikan kadar DO yang paling signifikan dari kadar DO awal sebesar 2.16

mg/L naik menjadi 7.95 mg/L sedangkan menggunakan biokagulan biji asam jawa

nilai DO naik sebesar 10,12 mg/L



Gambar 12.. Hubungan Konsentrasi Biokoagulan Terhadap Nilai BOD

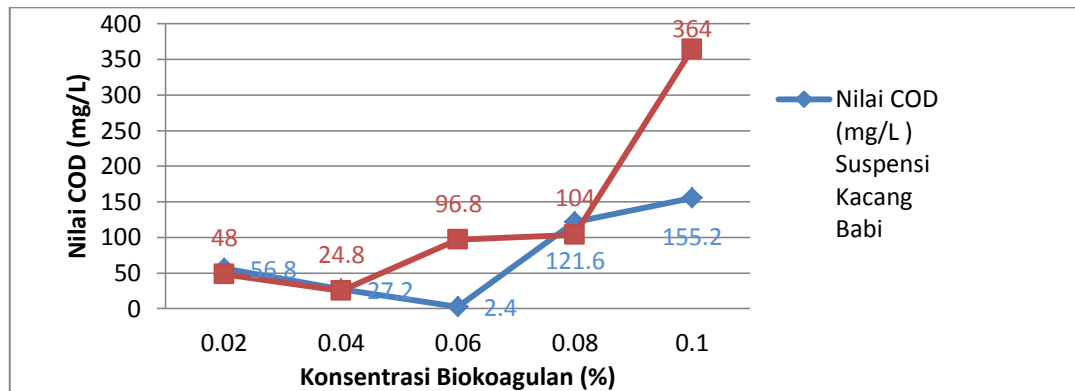
Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan terhadap nilai COD dan BOD yang dihasilkan semakin turun dengan semakin meningkatnya konsentrasi yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan polimer kationik dapat mengurangi kandungan bahan organik dalam air dengan cara koagulasi. Partikel koloid yang berasal dari bahan organik memiliki muatan listrik negatif. Penambahan polimer kation dari biokoagulan pada partikel koloid dengan muatan negatif ini akan membentuk jembatan partikel antar partikel koloid. Jembatan partikel ini akan saling menjalin satusama lain, sehingga membentuk mikroflok yang akan mengendap. Dengan mengendapnya bahan organik maka nilai COD dan BOD pun akan turun. Akan tetapi nilai COD dan BOD meningkat kembali pada konsentrasi suspensi kacang babi 0,08% dan 0,1% sedangkan, nilai COD dan BOD meningkat kembali pada konsentrasi suspensi biji asam jawa 0,06% hal ini

dikarenakan kondisi larutan yang ditambahkan biokoagulan sudah semakin jenuh, sehingga bahan organik yang ada dalam air sulit untuk mengendap.

Dalam gambar 12 dapat dilihat konsentrasi optimum pada biokoagulan kacang babi sebesar 0,06% dengan hasil nilai BOD sebesar 2.04 mg/L , sedangkan konsentrasi optimum pada biokoagulan biji asam jawa sebesar 0,04 dengan hasil nilai BOD sebesar 1,17 mg/L. Nilai BOD yang lebih tinggi pada sampel air sungai dengan perlakuan kacang babi dibandingkan dengan perlakuan biji asam jawa menunjukkan kebutuhan oksigen pada perlakuan dengan kacang babi lebih tinggi sehingga mengindikasikan lebih banyak bahan organik yang didegradasi oleh mikroorganisme dalam sampel air dengan perlakuan kacang babi. Hal ini berhubungan dengan kandungan biokagulan biji asam jawa yang memiliki sifat anti mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme bahkan

dapat menyebabkan kematian mikroorganisme yang berperan untuk mendegradasikan bahan organik dalam sampel. Akibatnya, kadar oksigen yang

terlarut pada pada perlakuan biji asam jawa lebih tinggi dan nilai BOD₅ lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kacang babi.



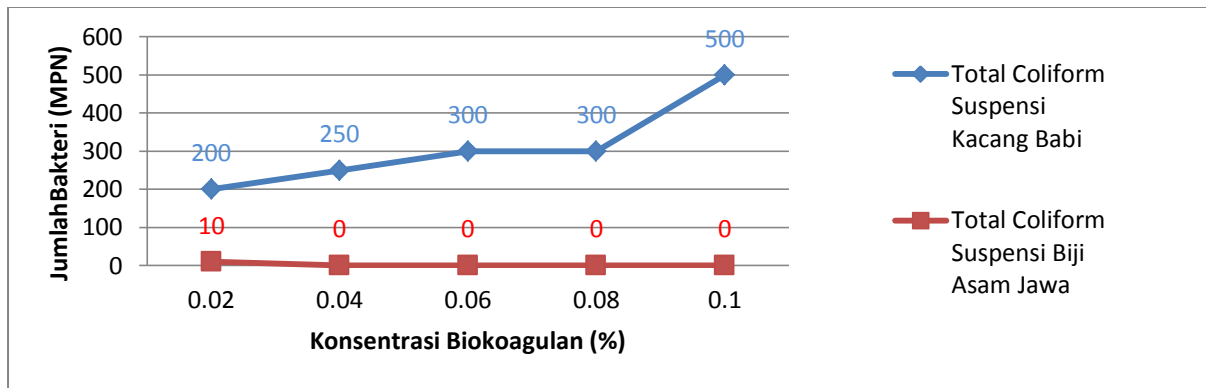
Gambar 13. Hubungan Konsentrasi Biokoagulan Kacang Babi Terhadap Nilai COD

Dalam gambar 13 menunjukkan pengaruh konsentrasi suspensi kacang babi dan suspensi biji asam jawa terhadap nilai COD. Dapat dilihat penurunan kadar COD pada konsentrasi suspensi kacang babi yang paling signifikan dari kadar COD awal sebesar 224,8 mg/L turun menjadi 2,4 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 98,93%. Sedangkan, penurunan kadar COD pada konsentrasi suspensi biji asam jawa yang paling signifikan dari kadar COD awal sebesar 380 mg/L turun menjadi 25,6 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 93,26%. Kadar COD akan semakin meningkat dengan penambahan konsentrasi biokoagulan. Dosis yang terlalu banyak mengakibatkan kemampuan penurunan kadar COD. Sesuai peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang kualitas air sungai kadar COD pada konsentrasi

suspensi kacang babi 0,06% sebesar 2,4 mg/L dan kadar COD pada konsentrasi suspensi biji asam jawa 0,04% sebesar 24,8 mg/L telah memenuhi baku mutu untuk parameter COD dimana ambang batas efluent sebesar 25 mg/L.

Pengaruh Konsentrasi Suspensi Serbuk Kacang Babi dan Biji Asam Jawa terhadap Total Coliform Pada Proses Koagulasi – Flokulasi.

Parameter biologi berhubungan dengan keberadaan populasi mikroorganisme akuatik di dalam air yang berakibat pada kualitas air. Penyebab penyakit ditimbulkan oleh adanya mikroorganisme patogen dalam air. Bakteri Coliform merupakan indikator dalam air, bahan makanan, dan sebagainya untuk kehadiran mikroorganisme berbahaya (Suriawiria, 2008).



Gambar 14. Hubungan Konsentrasi Biokoagulan Kacang Babi Terhadap Total Coliform

Lebih tepatnya bakteri coliform fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan koliform fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Gambar 14 menunjukkan pengaruh biokoagulan serbuk kacang babi dan biji asam jawa terhadap pertumbuhan bakteri coliform dalam sampel air. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan membran filter. Pada gambar 14, menunjukkan pengaruh konsentrasi biokoagulan kacang babi dan biokoagulan biji asam jawa terhadap pertumbuhan bakteri total coliform. Pada gambar 14 terlihat, semakin tinggi konsentrasi biokoagulan kacang babi maka akan semakin tinggi pula pertumbuhan bakteri total coliform. Menurut Maier et al (2009), jika dalam air mengandung bahan organik dengan konsentrasi yang signifikan dan pada suhu tinggi, maka jumlah bakteri akan meningkat. Dalam 100 gram kacang

babi (*Vicia faba*) terkandung 26,2 gram protein (Duke, 1983). Protein inilah yang justru menjadi nutrisi bagi bakteri yang terdapat pada sampel air sehingga pertumbuhan bakteri meningkat. Terjadinya peningkatan pertumbuhan bakteri total coliform ini menunjukkan bahwa pada kacang babi tidak terdapat zat yang bersifat anti mikroba.

Pada gambar 14 terlihat, semakin tinggi konsentrasi suspensi biji asam jawa maka terjadi penurunan jumlah bakteri total coliform. Terjadinya penurunan pertumbuhan bakteri total coliform ini menunjukkan bahwa pada biji asam jawa terdapat zat yang bersifat anti bakteri. Berdasarkan hasil penelitian Imbabi et al (1992), dilaporkan bahwa ekstrak biji asam jawa memiliki kemampuan bakterisida dan fungisida yang dihasilkan oleh senyawa tamarindineal (5-hidroxy-2-ox-hexa-3,5-dineal).

Efektivitas Suspensi Serbuk Kacang Babi dan Suspensi Serbuk Biji asam Jawa sebagai Biokoagulan.

Tabel 4. Hasil Pengujian sampel dengan beberapa parameter

Parameter	0,06%			Jawa 0,04%		
	Sebelum Proses	Sesudah Proses	Efektifitas (%)	Sebelum Proses	Sesudah Proses	Efektifitas (%)
Kekeruhan (NTU)	749	2,3	99,69	749	2,75	99,63
DO (mg/L O ₂)	2,16	7,95	72,83	2,16	10,12	78,65
BOD (mg/L O ₂)	12,22	2,04	83,3	12,22	1,17	90,2
COD (mg/L)	224,8	2,4	98,93	380	24,8	93,47
TSS (mg/L)	1380	10	99,27	1380	10	99,27
Total Coliform (MPN)	1000	300	70	1000	0	100

Pada tabel 4 dapat diamati bahwa, konsentrasi optimum yang dihasilkan oleh biokoagulan biji asam jawa yaitu sebesar 0,04% lebih rendah dibandingkan konsentrasi optimum kacang babi sebesar 0,06%. Biokoagulan biji asam jawa dapat menurunkan kekeruhan sebesar 99,63 % dengan konsentrasi optimum 0,04%, sedangkan biokoagulan kacang babi dapat menurunkan kekeruhan sebesar 99,69% dengan konsentrasi optimum 0,06%.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa efektifitas penggunaan biokoagulan biji asam jawa dan biokoagulan kacang babi dengan pengujian parameter kekeruhan, DO, BOD, COD, dan TSS menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh. Akan tetapi, untuk parameter total *coliform* memperlihatkan hasil yang signifikan yaitu penggunaan biokoagulan biji asam jawa

mempunyai senyawa tamarindineal (5-hidroxy-2-ox-hexa-3.5-dineal) yang dapat membunuh bakteri dengan jumlah bakteri 0 MPN/ 100 ml pada konsentrasi optimum suspensi biji asam jawa 0,04%, sedangkan dengan menggunakan biokoagulan kacang babi masih terlihat pertumbuhan bakteri sebesar 300 MPN/100 ml pada konsentrasi optimum suspensi kacang babi 0,06%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. pH optimum suspensi kacang babi dan suspensi biji asam jawa berada pada pH 3. Konsentrasi optimum suspensi kacang babi sebesar 0.06% dengan penurunan kekeruhan 99.70 % sedangkan konsentrasi optimum suspensi biji asam jawa sebesar 0.04% dengan

penurunan kekeruhan sebesar 99.60 %.

2. Suspensi kacang babi pada konsentrasi optimum 0,06% dengan persentase penurunan TSS sebesar 99,27%, nilai BOD sebesar 83,30%, nilai COD sebesar 98,93%, dan persentase kenaikan nilai DO sebesar 72,83%. Suspensi biji asam jawa pada konsentrasi optimum 0,04% dengan persentase penurunan TSS sebesar 99,27%, nilai BOD sebesar 90,20 %, nilai COD sebesar 93,47%, dan persentase kenaikan nilai DO sebesar 78,65 %.
3. Penggunaan suspensi kacang babi tidak menurunkan jumlah total bakteri *coliform* pada konsentrasi suspensi kacang babi 0,02% - 0,1%, sedangkan biji asam jawa mampu menurunkan jumlah bakteri total *coliform* dengan semakin meningkatnya konsentrasi suspensi biji asam jawa dalam air pada konsentrasi suspensi biji asam jawa 0,04% - 0,1%.

5.2. Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk pengujian parameter logam

berat yang dibandingkan dengan baku mutu.

2. Waktu pada proses maserasi perlu ditambah dengan pergantian pelarut yang baru setiap waktunya agar hasil yang didapat lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, Sri S. 1978. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional Surabaya Anonima. 2008. *Detil data Vicia faba Linn*. <http://www.kehati.or.id/florakita/> Didownload pada tanggal 01 April 2015, pukul 16.10 WIB.
- Anonim^b. 2009. *Alternatif Kacang-kacangan Non Kedelai untuk Tahu dan Tempe*. <http://www.litbang.deptan.go.id/berita/one/597/>. Didownload pada tanggal 01 April 2015, pukul 16.10 WIB
- Anonim^c. 2008. *Kacang Babi (Vicia faba L.)*. <http://www.plantamor.com>. Didownload pada tanggal 01 April 2015, pukul 16.00 WIB.
- Azwar, Azrul. 1995. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. PT. Mutiara Sumber Widya. Jakarta.
- Babu, Reveendra., and Malay Chaudri. 2005. *Home Water Treatment by Direct Filtration with Natural*

- Coagulant. *Journal of water and Health*. India. IW A Publishing.
- Bina, B., M.H. Mehdinejad, Grunnel Dalhammer, Guna Rajarao, M. Nikeen, and H. Movahedian Attar. 2010. *Efectiveness of Moringa Oliefera Coagulant Protein as Natural Coagulant Aid in Removal of Turbidity and Bacteria from Turbidity Waters*. World Acedemi of Science, Engineering and Technology 67 2010.
- Campbell, Arezoo. 2002. The Potential Role Of Alumunium in Alzheimer's Disease. *Nephol Dial Transplant* (2002) 17 [Suppl 2]: 17 – 20.
- Canell, Richard J.P. 1998. *Methods in Biotechnology: Natural Product Isolation*, Edition 4. Humn Press. New Jersey.
- Chandra, Dr. Budiman. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EGC, Jakarta
- Coronel, R.E. 1991. *Plant Resources of South-East Asia 2 : Edible Fruits and Nuts*. Prosea. Netherlands
- Damayanti, R. 2008. *Uji Sediaan Serbuk Instan Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb) sebagai Tonikum Terhadap Mencit Jantan Galur Swiss Webster*. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second Edition. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Departemen Kesehatan. 1996. *Pedoman Praktis Pemantauan Gizi Orang Dewasa*. Depkes, Jakarta.
- Dix, H.M. 1981. *Environmental Pollution*. John Willey & Son, New York.
- Dobrynin, Andrey V. Dan Michael Rubinstein. 2005. Theory of polyelectrolytes in solutions and at surface. *Prog. Polym. Sci.* 30 (2005)1049-118.
www.elsivier.com/locate/ppolysci.
- Doyle, M.P., Ericson, M.C. 2006 Closing The Door On The Fecal Coliform Assay. *Microbe* 1, Hal. 162 – 163.
- Duke, J.A. 1983. *Handbook of Energy Crops* [online]. Tersedia: <http://www.hortpurdue.edu/newcorp/duke-energy/Vicia-faba.html> [2 agustus 2015]
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. PT Kanisius, Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Farooq, S and Velioglu, S.G. 1989. *Physico – Chemical Treatment of Domestic: Wastewater, Enclopedia of Environmental Control*

- Technology*, Volume 3: Wastewater Treatment Technology Cheremisinoff P.N (editor), Gult Publishing Co. Houston.
- Foidl N., Makkar H.P.S., dan Becker K. *The Potential of Moringa Oleifera for Agricultural and Industrial Uses*. [http://www.moringa.co.il/portals/7/Moringa_FoidlEN](http://www.moringa.co.il/portals/7/Moringa_FoidlEN.pdf). pdf, diakses pada 13 Juli 2015.
- Gerrad Kiely, 1997. *Environmental Engineering*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Hajna, A.A., Perry, C.A. 1943. Comparative Study Of Presumptive And Confirmative Media For Bacteria Of The Coliform Group And For Fecal Streptococci. *Am J Publ Hlth* 33, hal. 550 - 556
- Hammer, Mark.J. 1986. *Water and Wastewater Technology, SI Version*. John Wiley and Sons, New York.
- Imbabi, E.S., Ibrahim, K.E., Ahmed, B.M., Abulefuthu, I.M., Hulbert, P. 1992. Chemical Characterisation of The Tamarind Bitter Principle, Tamarindineal. *Fitorapia* 63.
- Mahida, U. N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Maier, Raina et al. 2009. *Environmental Microbiology*. 2009. Academic Press of Elsevier. USA
- Mason, C. F. 1981. *Biological of Freshwater Pollution* Longman. New York
- Mason, C.F. 1993. *Biology of Freshwater Pollution*. Second edition. Longman Scientific and Technical. New York. 351p.
- Mishra, A., Bajpai M. 2005. *The Flocculation Performance of Tamarindus Mucilage in Relation to Removal of Vat and Direct Dyes*. Departement of Chemistry, University Institute of Engineering and Tecnology, CSJM University , India.
- Montgomery. 1985. *Water Treatment Principle and Design*. Jhon Willey and Sons Inc. Canada
- Nathanson, J.A. 1986. *Basic Environmental Technology: Water Supply, Waste Disposal, and Pollution Control*. Jhon Willey and Sons. New York.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta.
- Pracoyo, N.E. 2006. Penelitian Bakteriologi Air Minum Isi Ulang di Daerah Jabodetabek. *Cermin Dunia Kedokteran* 152, hal. 37 – 40.

- Pramudya, Sunu. 2001. *Melindungi Lingkungan*. Grasindo, Jakarta.
- Purseglove, J.W. 1969. *Tropical Crops Dicotylendons 2nd ed.* Longmans Greenand co. Ltd. London.
- Rao, N. 2005. Use of Plant Materialas Natural Coagulants for Treatment of Wastewater. Diakses: 16 Februari 2016. <http://www.visionriverviewpoint.com/article.asp?articleid=48>.
- Said, Nusa Idaman., dan Ruliasih.2010. *Pengolahan Air Sungai Skala Rumah Tangga Secara Kontinyu*.BPPT, Jakarta.
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana Volume XXX No. 3, 2005, hlm. 1-6.
- Sarker, satyajitD., Zahid Latif, & Alexander I. Gray (Ed). 2006. *Natural Products Isolation*. Humanasa Press. Totowa
- Sastrapradja, D dan Saono, S. 1983. *Major Agriculture Crop Residuce in Indonesia an Their Potential as Raw Materials for Bioconversian dalam Use of Residuce in Rural Communities*. The United University. Jepang.
- Situmorang, M. 2007. *Kimia Lingkungan*. Fakultas MIPA UNIMED, Medan
- Slamet dan Masduki. 2002. *Satuan Proses, Bahan Ajar*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Suriawiria, U. 2008. *Mikrobiologi Air*. PT. Rineka Cipta. Jakarta
- Sutherland, J.P., G.K Folkard & W.D Grant. 1990. "Natural Coagulants for Appropriate Water Treatmen" *.Anovel Approach*, Waterlines Vol8 (4), 30- 32
- Wetzel, R. G. 1983. *Limnology*. Saunder Company, Philadelphia