



Interpretasi Karbokation dalam Suspensi Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan Efek pH dan Konduktivitas

Ahmad Syauqi^{1 *)}, Hani Septiana^{2 **)}, Saimul Laili³
^{1,2,3} Departemen Biologi Universitas Islam Malang (UNISMA), Indonesia

ABSTRAK

Penelitian mempunyai tujuan untuk mendapatkan interpretasi karbokation sebagai pereaksi dalam suspensi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) sebagai sumber material organik melalui karakteristik pH, konduktivitas dan turbiditas dalam suspensi dengan air sumur. Metode penelitian Eksperimen dilakukan dengan rancangan acak kelompok, variabel bebas adalah lama pengadukan 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 menit dan variabel terikat adalah konduktivitas, turbiditas, dan pH. Rancangan mempunyai 4 ulangan dengan pengambilan sampel berbeda hari. Analisis statistik berdasar keragaman data (sidik ragam) terhadap pH, konduktivitas dan turbiditas untuk menginterpretasikan karbokation dalam suspensi. Taraf kepercayaan menggunakan minimal 95% terhadap semua rerata faktor, koef. korelasi dan regresi. Hasil interpretasi karbokation didasarkan atas adanya reaksi karbokation dan anion ditunjukkan oleh kenaikan nilai pH dan penurunan konduktivitas dari semua variabel lama pengadukan. Kenaikan pH dan penurunan konduktivitas memberikan fenomena korelasi dengan koef. Korelasi -0,956. Hubungan regresi linier keduanya $y = -26,23x + 795$ atau $EC (\mu.Cm^{-1}) = -26,23pH + 795$ yang sangat nyata dengan $r^2 = 0,915$. Kekeruhan menunjukkan tidak berbeda nyata dari faktor yang diberikan dan mengindikasikan tidak ada sifat koloid. Interpretasi karbokation tertuju kepada senyawa organik yang mengandung gugus fungsional amina.

Kata Kunci: Karbokation, Anion, Biji asam jawa (*Tamarindus indica*), Air sumur.

ABSTRACT

Research has the aim for obtain interpretation of carbocation as reagent in the powder of java acid seed (*Tamarindus indica*) as a source of organic material follow characteristic of pH, conductivity, and turbidity in that suspense with well water. Research method is experiment was done with block random design, independent variable is duration time of stirring of 0, 5, 10, 15, 20, and 25 minutes, and dependent variable are conductivity, turbidity, and pH. The experiment design has 4 replications with taking samples on different day. The analysis of statistic is variance (anova) used confidence of 95% toward all mean of factors, coefficient of correlation, and regression. The yield of interpretation is based reaction of carbocation and anion those are shown by increase of pH value and decrease of conductivity from all stirring duration variable. Increase of pH and decrease of conductivity provide correlation phenomenon with coefficient of correlation -0,956. Linier regression is $y = -26,23x + 795$ or $EC (\mu.Cm^{-1}) = -26,23pH + 795$ that is significant with $r^2 = 0,915$. Turbidity is not significant from all factors and that indicate there is not colloid characteristic. Carbocation interpretation directed to organic substances that have functional group of amine.

Keywords: Carbocation, Anion, Java Acid Seed (*Tamarindus indica*), Well water.

^{*)} Ir. Ahmad Syauqi, M.Si. Jurusan Biologi FMIPA Univ. Islam Malang (UNISMA). Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144. Hp.: 08986307836. e-mail: ahmad.amsyqi@gmail.com.

^{**) Hani Septiana. Jurusan Biologi FMIPA Univ. Islam Malang (UNISMA). Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144. Hp.: 085750090894. e-mail: haniseptiana1@gmail.com}

Tanggal Diterima 14 Juni 2015 – Tanggal Publikasi 25 Agustus 2015



Pendahuluan

Pada tahun 2015 diharapkan kasus pengurangan kelangkaan air menjadi 50% (dibanding tahun 1990) khususnya bagi yang mengadopsi *Millenium Development Goals* (MDGs). Sebagaimana tujuan MDGs yang ke 7 yaitu memastikan kelestarian lingkungan hidup dan pada konteks ini harapan kebijakan pemerintah dapat memberikan akses kepada air minum yang sehat [1,2]. Masyarakat Indonesia mempunyai akses air bersih masih 68,9 % pada sensus tahun 2010 dan pada tahun 2015 harus menambah 56,8 juta orang dapat mengakses air bersih [3].

Senyawa yang larut dalam air mempunyai karakteristik bentuk ion secara kimia dapat diberikan pereaksinya dengan harapan memberikan efek tertentu. Senyawa yang terbuang ke lingkungan setelah digunakan oleh masyarakat domestik seperti Molekul *Linier Alkilbenzena Sulfonal* (LAS) dapat bereaksi secara ionik sebab ia mempunyai sifat polar [4]. Uwidia dan Ukulu [5] di Warri Nigeria mendapatkan persamaan hubungan antara konduktivitas dan total *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam air domestik: Persamaan $EC=1,28TDS + 89,71$ koefisien korelasi $r=0,95$ pada sumbernya; musim hujan banyak bahan organik dengan persamaan $EC= 1,525TDS + 43,77$, $r=0,95$; musim kering $EC=1,575TDS +62,09$, $r=0,98$; keseluruhan satu tahun $EC=1,275TDS + 90,07$, $r=0,95$.

Bahan organik banyak masuk ke perairan dari limbah cair yang memiliki nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) tinggi dari industry [6]. Usaha untuk penanganan air limbah industri kulit digunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan maksud pengendapan (koagulasi/flokulasi) material tersuspensi dan penurunan COD atau *Chemical Oxygen Demand* [7,8].

Karakteristik lainnya berkenaan dengan air adalah alkalinitas yaitu suatu kemampuan untuk menetralkan asam (anion). Kurnianto dkk. [9] menguji kualitas di Bendungan Cilacap dengan kondisi ada pencemaran mendapatkan Nitrat (NO_3^-) berkisar 0,81 – 3,51 mg/L dan pada $>0,2$ mg/L dapat mengakibatkan eutrofikasi yaitu ledakan fitoplankton yang meningkatkan *Total Suspense Solid* (TSS) maupun masuknya sinar matahari menjadi terhalang; Orthophosphat (PO_4^{3-}) berkisar 0,03 – 0,15 mg/L yang dipengaruhi oleh limbah cair industri tahu.

Dalam hal ini Sechriest [10] menunjukkan hubungan korelasi antara alkalinitas dan konduktivitas. Hal ini disebabkan anion dapat menghantarkan listrik dan konsep konduktivitas sangat erat hubungannya dengan resistivitas. Nilai konduktivitas suatu larutan tergantung konsentrasi, mobilitas ion, valensi ion dan suhu. Anion sangat erat hubungannya dengan tolak ukur pH dan konduktivitas pada saat sebelum maupun sesudah kehadiran pereaksinya. Kation organik (karbokation) apakah yang menjadi pereaksi di dalam suspensi tepung biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dengan uji air sumur? Kinerja reaksi suatu reagen berkarakteristik senyawa organik ditunjukkan oleh gugus fungsional yang bermuatan dan terdapat pada bagian polar.

Tulisan ini bertujuan mendapatkan interpretasi kation organik (karbokation) sebagai pereaksi dalam suspensi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) melalui karakteristik pH, konduktivitas dan kekeruhan dalam suspensi dengan air sumur.

Material dan Metode

Bahan dan peralatan yang digunakan adalah air sumur masyarakat dari Kecamatan Sukun Kota Malang Jawa Timur, Buffer standar powder pH 6,8 dan pH meter pen type pH-009(I) dan asesorisnya, akuades dari penghasil akuades Micromeg *Cartridge type* MC:DS, NaCl p.a 0,05 M, Gelas Beaker 250 mL dan 500 mL Pyrex, Konduktivitas meter model DDB-6200, Turbidimeter Orbeco-Hellige *digital-direct reading*, Timbangan Denver Instrument Company AA160, pengaduk magnetis Labinco L32, ayakan (*shaking sieve*) 90 mesh, biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*), TDS meter Dist Hanna *Instrument range* 10/1990 No.1, Tabung reaksi Duran dan rak kayu tabung reaksi, botol reagen warna coklat, *mill blender* Philips. Jam digital, oven Memmert, dan wadah plastik tertutup.

Metode penelitian adalah percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) model 1 yaitu jumlah unit penelitian sama dengan jumlah data yang dianalisis 6×4 unit. Mempunyai satu variabel bebas waktu lama pengadukan suspensi tepung asam jawa dan air sumur. Macam waktu lama pengadukan terdiri atas 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 menit dengan 4 ulangan berbeda hari pengambilan



sampel air sumur masyarakat. Variabel terikat adalah parameter mutu air yaitu pH, konduktivitas, dan kekeruhan. Variabel terkontrol adalah putaran pengadukan pada 750 rpm (*rotation per minute*), konsentrasi suspensi biji asam jawa (*Tamarindus indica*) 0,09 g/L, dan lama waktu 60 menit setelah proses pengadukan untuk cuplikan analisis parameter.

Analisis statistik menggunakan keragaman data (sidik ragam) yang diuji dengan sebaran F pada signifikansi minimal 5% (konfidensi 95%), koefisien keragaman yaitu % KK = 100s/m; s adalah simpangan baku (standar deviasi) dan rerata 24 variat, simpangan baku rerata (e_m) berbasis sidik ragam-distribusi t (dua sisi) signifikansi 1% yaitu $e_m = [(1/n \times KT_{acak})^{1/2} \times t_{0,01(2),db}]$; n adalah ulangan (blok), hubungan korelasi dua pengamatan variabel terikat diuji dengan nilai kritis koef. Korelasi. Hubungan korelasi signifikan bila nilai koef. Korelasi lebih besar disbanding nilai kritisnya minimal 5%. Dilanjutkan analisis ragam untuk regresi bila korelasi signifikan. Analisis perbedaan rerata berdasarkan batas bawah dan atas rerata tiap faktor yaitu ($m \pm e_m$) [11], bila nilai sidik ragam F signifikan < 5%. Interpretasi karbokation yang berperan dalam biji asam jawa dilakukan dengan konfirmasi hasil penelitian lainnya dari eksplorasi jurnal.

Standarisasi angka pH meter menggunakan buffer pH 6,8 dengan memakai obeng kecil. Konduktiviti meter dengan NaCl 0,05M pada suhu 27 °C pada angka digital 1062 $\mu\text{s.Cm}^{-1}$. Turbidimeter dilakukan dengan standarisasi elektronik untuk angka digital 0.

Biji asam jawa didapatkan di pasar terdekat tempat penjualan produk daging buah dan biasanya disertai dengan bijinya. Diambil biji tersebut dan dikeringkan menggunakan sinar matahari hingga nampak kering. Biji ditepungkan dengan *mill blender* dan diayak dengan ukuran 90 mesh. Tepung dikeringkan dengan oven pada 105 °C hingga diperoleh berat konstan dan disimpan dalam wadah tertutup sebagai stok. Sampel air sumur diambil dengan prosedur teknik aseptis dan dibawa ke laboratorium menggunakan botol yang steril. Tiap sampel air sumur diuji lebih dahulu nilai parameter tersebut di atas.

Dibuat suspensi tepung biji asam jawa-air sumur dan disediakan dalam gelas Beaker 200 mL untuk tiap macam perlakuan pengadukan. Saat selesai suspensi di buat, dilakukan pengukuran parameter untuk 0 menit. Selanjutnya diulang dan batang *magnetic stirrer* dimasukkan kedalamnya, diletakkan diatas papan pengaduk magnet untuk pemutaran sesuai macam lama pengadukan 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Dibiarkan selama waktu 60 menit, dilakukan dekantasi dan mengambil cuplikan untuk pengambilan data pH, konduktivitas dan turbiditas.

Hasil dan Diskusi

Kondisi pH awal masing-masing yaitu suspensi tepung biji asam jawa dalam akuades menurut analisis t perbandingan satu nilai pH 7,7 dan rerata pH 7,3 air sumur didapatkan berbeda nyata ($P=0,03$). Kondisi air sumur memiliki konduktivitas rerata 726 $\mu\text{s.Cm}^{-1}$. Hal demikian menunjukkan bahwa ion-ion yang dimiliki oleh air sumur lebih kaya ion negatif (anion) dibanding suspensi tepung biji asam jawa.

Tabel 1. Analisis Ragam pH Hasil Uji Air Sumur Menggunakan Asam Biji Jawa dengan Waktu Kontak selang 5 Menit selama 25 Menit

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F	Signifikansi
Antar Perlakuan	2.38375	5	0.47675	17.82243	$7.76.10^{-06}$
Blok Ulangan	0.48125	3	0.16041	5.996885	0.00679
Acak	0.40125	15	0.02675		
Total	3.26625	23			

Koef. Keragaman = 4,70%

Uji rerata tiap faktor pengadukan selang 5 menit menunjukkan berbeda nyata ($P=7.76.10^{-06}$) dan variat mempunyai koef. Keragaman 4,70% (Tabel 1). Memperhatikan pH suspensi asam jawa 7,7 ternyata pada pengadukan 15 menit pada konfidensi 99% ($P=0,01$) mengalami kenaikan dan



berbeda sangat nyata yaitu rerata pH 7,91 – 8,39 (Tabel 2). Pengadukan pada 750 rpm selama 15 dan 20 menit di dapatkan tidak berbeda. Percobaan menunjukkan pengadukan 15 menit merupakan titik kenaikan pH dan berbeda secara sangat nyata dengan pH 7,7.

Tabel 2. Batas Bawah dan Atas Rerata pH Suspensi Biji Asam Jawa pada Sampel Air Sumur

Percob. (menit)	Rerata	Notasi	Batas Bawah	Batas Atas
0	7.425	a	7.184	7.666
5	7.900	ab	7.659	8.141
10	7.950	bc	7.709	8.191
15	8.150	bc	7.909	8.391
20	8.225	bc	7.984	8.466
25	8.425	c	8.184	8.666

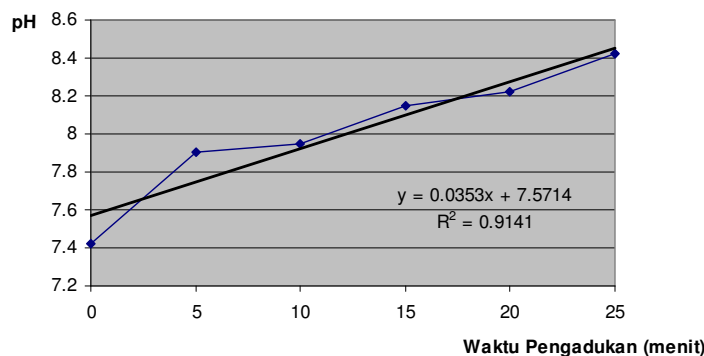
Angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata

Perbedaan di atas menunjukkan adanya zat yang dianggap pereaksi, karbokation dalam biji asam jawa, telah memperlihatkan hasil kerjanya. Kenaikan pH dengan kenaikan waktu kontak pada pengadukan 750 rpm mempunyai arti adanya kenaikan kesadahan setelah alkalinitas air sumur dapat dikurangi oleh adanya biji asam jawa tersebut. Pengadukan dengan lama waktu 20 dan 25 menit menunjukkan ion-ion berbentuk positif (+) atau karbokation yang dimaksud dalam biji asam jawa, bereaksi dengan anion yang ada dalam sampel air sumur. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Siburian dkk. [12] terdapat zat organik dengan gugus Amina pada serbuk biji asam jawa 140 mesh. Gugus fungsional ($-N-H$) diketahui dengan analisis spektrofotometer FTIR spektra $1246,02\text{ cm}^{-1}$.

Hubungan antara waktu pengadukan dan kenaikan pH merupakan regresi linier yang sangat nyata ($P=0,003$) seperti ditunjukkan Tabel 3. Hubungan tersebut dapat diartikan sebagai hubungan sebab akibat yaitu semakin lama pengadukan maka pH akan semakin naik.

Tabel 3. Analisis Ragam Regresi Waktu Pengadukan dan Nilai pH

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F	Signifikansi
Regresi	1	0.54472	0.54472	42.54463	0.00285
Acak	4	0.05121	0.01280		
Total	5	0.59593			



Gambar 1. Regresi antara Perlakuan Waktu Pengadukan (menit) dan Pengamatan pH Suspensi Asam Jawa Dalam Air Sumur

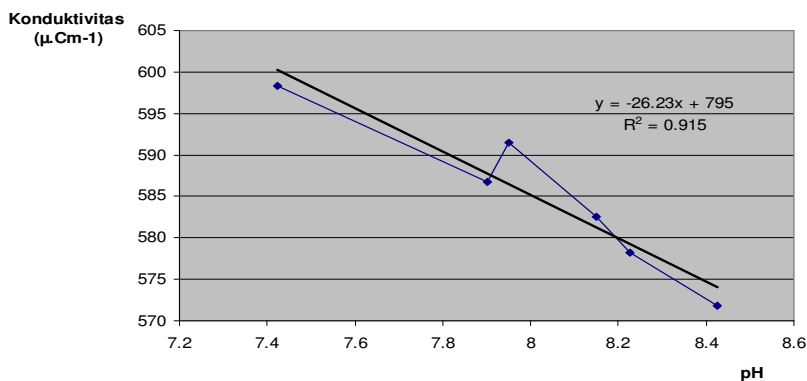


Diantara pengadukan selang 5 menit hingga 25 menit konduktivitas berbeda nyata ($P=0,02$), Koef. Keragaman data 1,64%, dan rerata pada konfidensi 95% sebagaimana ditunjukkan Tabel 4. Pengadukan selama 25 menit pada 750 rpm memberikan konduktivitas lebih rendah dan berbeda nyata dengan 0 menit tetapi tidak berbeda dengan 5 menit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kinerja reaksi pada pengadukan antara ion-ion yang ada dalam suspensi. Biji asam jawa mengandung protein tinggi dan oleh karenanya menyediakan bentuk gugus amina [12] berbentuk karbokation $R-C-NH_2$ sebagai asektor elektron. Hal demikian sejalan dengan adanya kenaikan pH pada lama pengadukan 25 menit hingga mencapai pH 8,18 – 8,67 (Tabel 2 dan Gambar 1).

Tabel 4. Batas Bawah dan Atas Rerata Konduktivitas ($\mu.Cm^{-1}$) Suspensi Biji Asam Jawa pada Sampel Air Sumur dengan Pengambilan Berbeda Hari

Percob. (menit)	Rerata	Notasi	Batas Bawah	Batas Atas
0	598.250	a	588.005	608.495
5	586.750	ab	576.505	596.995
10	591.500	ab	581.255	601.745
15	582.500	ab	572.255	592.745
20	578.250	ab	568.005	588.495
25	571.750	b	561.505	581.995

Uji konduktivitas suspensi tepung biji asam jawa dan air sumur sejalan dengan pengukuran pH. Uji ini menunjukkan adanya ion-ion yang berkurang dibanding air sumur pada awalnya. Kenaikan pH selama penambahan waktu kontak memberikan kesadahan dengan pH >7 tetapi jumlah ion yang dapat menghantarkan listrik menjadi berkurang.



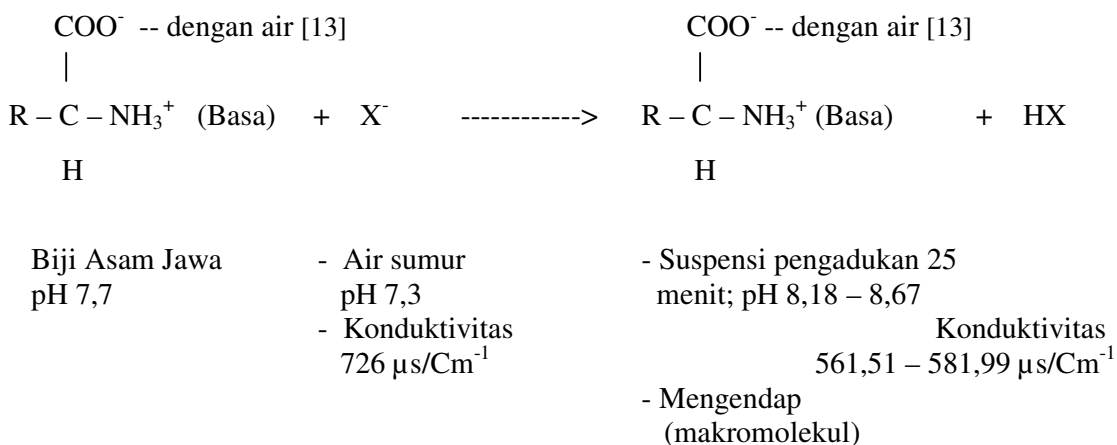
Gambar 2. Karakteristik Regresi antara Pengamatan pH Suspensi Asam Jawa dalam Air Sumur dan Konduktivitas ($\mu.Cm^{-1}$)

Fenomena kenaikan pH dan penurunan konduktivitas pada pengadukan suspensi tepung biji asam jawa dalam air sumur menunjukkan ada hubungan korelasi linier negatif yang sangat nyata ($P=0,01$). Koef. Korelasi -0,956 menunjukkan tanda negatif mempunyai arti hubungan tersebut terbalik, sedangkan nilai 0,956 lebih besar dari nilai kritis untuk $db=6$ yaitu 0,834. Hubungan itu menunjukkan adanya regresi linier $y=-26,23x + 795$ atau $Konduk. (\mu.Cm^{-1}) = -26,23pH + 795$ yang sangat nyata pula ($P=0,003$), dengan koef. Determinasi 0,915 (Gambar 2). Analisis ini menjelaskan bahwa ketersediaan karbokation dalam biji asam jawa menjadi pereaksi sejumlah anion dalam medium pendispersinya hingga terus menurun.



Kekeruhan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata. Hal ini mengindikasikan tidak terjadi bentuk koloid yang menghalangi cahaya pada instrumen turbidimeter. Waktu 60 menit yang diberikan setelah proses pengadukan menunjukkan molekul yang ada berukuran besar dan karenanya mereka akan mengendap. Karakteristik molekul besar adalah jenis organik seperti pati, protein dan lemak. Senyawa organik yang ada dalam biji asam jawa pada dasarnya mempunyai sifat polar. Karakteristik demikian dapat dimengerti biji merupakan persiapan calon individu baru (*kernel*, *kotiledon*) pada lingkungan yang sesuai didahului oleh peristiwa berkecambah dan semua reaksi berbasis air. Kekeruhan air sebagai suatu suspensi mempunyai sifat ukuran molekul yang lebih besar dibanding dengan sifat larut zat itu [14].

Berdasarkan penjelasan di atas karakteristik proses pengendapan dan perubahan yang terjadi cenderung kepada peristiwa reaksi kimia senyawa organik molekul besar. Selama proses pengadukan terjadi perubahan ionisasi molekul organik pada protein yang mengandung gugus fungsional amina dan karboksilat pada protein. Bentuk ion itu adalah perubahan ikatan peptida menjadi asam amino dengan bentuk ion bersifat basa. Menurut teori Bronsted-Lowry hal demikian mempunyai sifat basa sebab molekul menerima elektron yaitu gugus fungsional amina ($-C - N H_2$). Kondisi awal dan akhir dapat tergambar pada ilustrasi realitas suspensi sebagai berikut:



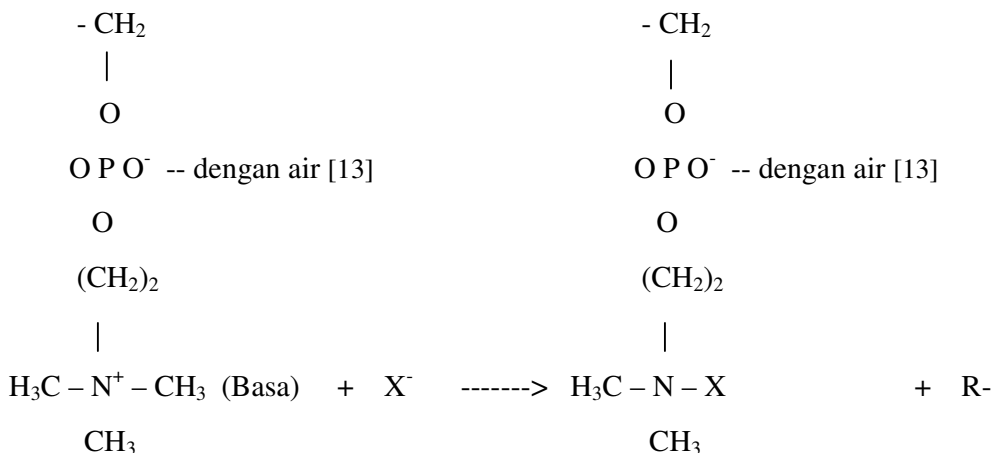
Argumentasi demikian adalah pengadukan pada 25 menit terjadi kenaikan nilai pH, penurunan konduktivitas dan keduanya signifikan serta tidak mempunyai pengaruh pada sifat kekeruhannya. Sifat keruh adalah terbentuknya koloid sebab adanya molekul berukuran antara 10^{-3} – $1 \mu\text{m}$ [14]. Pengadukan tidak mempunyai pengaruh pemecahan molekul seperti unsur karbohidrat sehingga makromolekul ini juga mengendap setelah 60 menit saat cuplikan diambil. Demikian pula makromolekul lemak dalam tepung biji asam jawa. Penurunan konduktivitas menunjukkan adanya anion pada air sumur telah bereaksi membentuk garam dan tidak berbentuk koloid. Senyawa garam pada pemberian waktu pengendapan 60 menit tidak menyebabkan kekeruhan yang berarti.

Gugus fungsional amina yang dimaksud pada spektra FTIR $1246,02 \text{ Cm}^{-1}$ [12], bersifat polar dan karakteristik yang dimiliki biji-bijian tumbuhan seperti kedelai adalah molekul lesitin. Komponen molekul ini adalah fosfolipida mengandung kolin [15] atau fosfatidilkolin [16]. Senyawa lesitin juga banyak ditemui pada telur yang merupakan sejenis material calon individu baru, karena ia memiliki sifat pengemulsi. Sebagaimana molekul asam amino kepolarannya ditadi oleh dua gugus yang dapat memberikan elektron (fosfat: $-O-PO_3^-$) dan asektor elektron (amonium: R_4N^+). Sedangkan non polar dimiliki oleh bentuk lipidnya yaitu rantai karbon gliserida. Berdasarkan teori Bronsted-Lowry dengan asumsi ion X^- memiliki keelektronegativitas (afinitas) tinggi, ilustrasi reaksi pada molekul pengemulsi secara tentatif sebagai berikut:



Gliserida -- hidrofobik [16]

Gliserida -- hidrofobik [16]



Biji Asam Jawa
 pH 7,7

- Air sumur
 pH 7,3
 - Konduktivitas
 726 $\mu\text{s}/\text{Cm}^{-1}$

- Suspensi pengadukan 25
 menit; pH 8,18 – 8,67
 - Konduktivitas
 561,51 – 581,99 $\mu\text{s}/\text{Cm}^{-1}$

Kesimpulan

Interpretasi didasarkan atas adanya reaksi karbokation dan anion ditunjukkan oleh kenaikan nilai pH dan penurunan konduktivitas dari semua variabel lama pengadukan. Kenaikan pH dan penurunan konduktivitas memberikan fenomena korelasi negatif (terbalik) dan hubungan regresi yang sangat nyata. Kekeruhan menunjukkan tidak berbeda nyata dari faktor yang diberikan dan sifat itu mengindikasikan tidak ada sifat koloid. Interpretasi karbokation tertuju kepada senyawa makromolekul yang mengandung gugus fungsional. Kinerja reaksi suatu reagen berkarakteristik senyawa organik ditunjukkan oleh gugus fungsional yang bermuatan dan terdapat pada bagian polar yaitu Amina.

Daftar Pustaka

- [1] Wright, RT. 2005. *Environmental Science*. International and nine Edition. Pearson Prentice Hall Pearson Education, Inc. New Jersey.p160.
- [2] Wikipedia. 2014b. Tujuan Pembangunan Milenium. Akses Tanggal 17 Mei 2015. URL: http://id.m.wikipedia.org/wiki/Tujuan_Pembangunan_Milenium.
- [3] Unicef Indonesia. 2012. Ringkasan Kajian Air Bersih, Sanitasi dan Kebersihan. Diterima Tanggal 17 Mei 2015. URL:[http://www.unicef.org/Indonesia/id/A8 - B Ringkasan Kajian Air Bersih.pdf](http://www.unicef.org/Indonesia/id/A8_-_B_Ringkasan_Kajian_Air_Bersih.pdf).
- [4] Budiawan, Y. Fatisa dan N. Khaerani. 2009. Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linier Alkilbenzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *J. Makara Sains*. 13(2). 125-133. Diterima Tanggal 23 Maret 2015. URL: [http://journal.ui.ac.id/science/ article/viewFile/410/406](http://journal.ui.ac.id/science/article/viewFile/410/406)
- [5] Uwidia, I.E. and H.S. Ukulu. 2013. Studies on electrical conductivity and total dissolved solids concentration in raw omestic wastewater obtained from an estate in Warri, Nigeria. *Greener*



- Journal of Physical Sciences*. 3(3). P110-114. Retrieved May 20th , 2015. URL: https://www.google.co.id/url?sa=t&source=web&rct=j&ei=HoxcVdrOB8SiugTng4OQBw&url=http://www.gjournals.org/GJPS/GJPS%2520PDF/2013/April/Uwidia%2520and%2520Ukulu.pdf&ved=0CDcQFjAG&usg=AFQjCNGsIP-Ktmy75Z7natPZH_VNaRYj6A&sig2=IpdswS7a1gPU4nFflp7Jyg
- [6] Moersidik, S.S. 1996. Industrial Wastewater Treatment A Technological Approach. *J. Lingkungan & Pembangunan*. 16(3):225-243.
- [7] Hendriarianti, E., H.S. Latifah dan R. Bellen. 2013. Perbandingan Efektifitas Biokoagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dalam menurunkan COD dan TSS Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. *J. Lingkungan Tropis* 7(1). Hal. 55-65. Diterima tanggal 24 Pebruari 2015. URL: <http://lingkungan-tropis.org/perbandingan-efektifitas-biokoagulan-evy-hendriarianti>.
- [8] Ramadhani, G.I. dan A. Moesriati. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Poses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *J. Teknik Pomits* 2(1). D.22-D26. Diterima tanggal 2 Maret 2015. URL: <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/3210/838>.
- [9] Kurnianto, H.W., E. Widyastuti dan Ismangil. 2014. Kajian Kualitas Air dan Penentuan Status Mutu Air Rawa Bendungan Cilacap. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera A Scientific Journal*. Vol.31(1): 33-40.
- [10] Sechriest, R.E. 1960. Relationship Between Total Alkalinity, Conductivity, Orginal pH, And Buffer Action of Natural Water. *The Ohio Journal of Science* 60(5):303-308. Retrieved Nopember, 13th 2014. URL: <https://kb.osu.edu/dspace/bitstreamhandle/1811/4723/V60N05-303.pdf>
- [11] Syauqi, A. 2009. *Dua Aktivitas Tahapan Belajar Biostatistika Kuantifikasi Parameter Statistika*. FMIPA Univ. Islam malang (UNISMA). Malang.
- [12] Siburian, A.M., A.S.D. Pardede dan S.Pandia. 2014. Pemanfaatan Adsorben dari Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Bilangan Peroksida pada CPO (*Crude Palm Oil*). *J. Teknik Kimia USU* 3(4):12-17. Diterima Tanggal 6 Juni 2015. URL: <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/8622/3904>
- [13] Sykes, P. 1989. *Penuntun Mekanisme Reaksi Kimia Organik* (Alih Bahasa: AJ. Hartono, CJ. Sugihardjo, Leo Broto SK, Sukartini). Edisi keenam. PT. Gramedia. Jakarta. Hal. 72.
- [14] APHA. 1989. *Standard Methods for the Examination of Waters and Waste-water*. 17th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Washington, D.C. 1467 p.
- [15] Wikipedia Ensiklopedi Bebas. 2014. Gugus Fungsional. Akses Tanggal 12 Juni 2015. URL: http://id.m.wikipedia.org/wiki/Gugus_fungsional.
- [16] Denniston, Katherine J., Joseph J. Topping and Robert L. Caret. 2007. *General, Organic and Biochemistry*. Fifth Edition. McGraw Hill Higher Education. New York. p.569.