

## Teknologi Dekolorisasi Limbah Cair Batik dengan Menggunakan Zeolit dan Arang Termodifikasi Pada Sistem Kontinyu

Oktaviani Nurwidanti<sup>1</sup>, Wignyanto<sup>2</sup>, Nur Hidayat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

### Abstrak

Pewarna sintetis pada proses pembatikan tergolong pewarna senyawa azo. Zat warna azo memiliki sifat sulit terdegradasi, beracun, mutagenik dan karsinogenik, sehingga limbah cair batik perlu diolah secara fisika-kimia sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan secara fisika digunakan adsorben zeolit dan arang. Pengolahan secara kimia, dengan memodifikasi adsorben dengan larutan  $H_2SO_4$ . Rancangan percobaan menggunakan RAK dengan 3 faktor. Faktor I adalah jenis adsorben (A) terdiri dari 2 level. Faktor II adalah konsentrasi aktivator  $H_2SO_4$  terhadap adsorben (K) terdapat 4 level. Faktor III adalah waktu pengolahan (J) terdapat 12 level. Analisa warna limbah cair batik dilakukan dengan menggunakan *color reader* dengan *output* berupa kecerahan (L), a (warna merah-hijau) dan b (warna kuning-biru). L a b kemudian dikonversi menjadi L, C (chroma), H (derajat hue) untuk mendapatkan gambaran warna tiga dimensi. Nilai L, C, H merupakan parameter penelitian. Efisiensi dekolourisasi diperoleh dari membandingkan nilai L, C, H limbah cair batik sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan, kemampuan rata-rata dekolourisasi limbah cair batik dengan zeolit dan arang berdasarkan parameter kecerahan (L) dan chroma (C) secara berturut-turut adalah 34,800% dan 43,219% untuk zeolit dan 42,165% dan 46,935% untuk arang. Nilai °Hue untuk zeolit dan arang adalah 88,97° dan 89,44° menunjukkan warna kuning pucat.

**Kata kunci:** Adsorben Termodifikasi, Dekolorisasi, Limbah Pewarna Batik

### Abstract

Synthetic dye which is applied to processing batik is classified as azo dye group. Azo dye is a chemical dye that is difficult to degradation, toxic, mutagenic and carcinogenic, so its waste needs to treat physical and chemical before be discharged into environment. Physical method is used zeolite and carbon adsorbent. Chemical method is done by adsorbent modifying into  $H_2SO_4$  solution. Experimental design using RAK with 4 factors. First factor is type of adsorbent (A) consist of 2 levels. Second factor is concentration of  $H_2SO_4$  solution into adsorbent (K) consist of 4 levels. Third factor is processing time (J) consist of 12 levels. The color of batik waste water is analyzed by color reader whose output shows the lightness (L), a (red-green color degree) and b (yellow-blue color degree). L a b are then converted into L, C (Chroma), H (Hue degree) for the purpose to get a 3D illustration. So that the L, C, H are parameter in this research. The efficiency of decolorization is obtained from the comparison of batik waste water L, C, H value before and after treatment. The result showed that the decolorization rate average of batik waste water using zeolite and carbon based on Lightness (L) and chroma (C) parameter are 34,800 % and 43,219 % to zeolites and 42,165 % and 46,935 % to carbon. °Hue value of zeolites and carbon are 88,97° and 89,44° show a pale yellow color. The effectiveness treatment in decolorized batik waste water is increased while the activator concentration against adsorbent is increased either.

**Keywords:** Batik Dye Waste, Decolorization, Modified Adsorbent

### PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu kekayaan budaya bangsa Indonesia yang telah mendapat pengakuan internasional dari UNESCO (*United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization*) pada tahun 2009 dan pada tahun itu pula mulai dicanangkan hari batik nasional. Pencanangan hari batik nasional telah berperan meningkatkan minat pemakai batik. . ATF (Asia Tourism Forum) 2012 mencatat bahwa

perkembangan industri batik mencapai lebih dari 300 persen dalam 3,5 tahun terakhir [1]. Peningkatan permintaan batik tersebut berdampak pada tumbuh dan berkembangnya sentra-sentra industri batik di berbagai daerah di Indonesia, tak terkecuali bagi sentra industri batik di Tuban, Jawa timur.

Pada proses produksi batik, industri batik Tuban banyak menggunakan pewarna sintetis dan air. Pewarna sintetis tersebut termasuk dalam golongan pewarna senyawa azo. Zat warna azo memiliki sifat yang sulit terdegradasi, beracun, mutagenik dan karsinogenik [2,3]. Sehingga limbah cair batik perlu diolah untuk menanggulangi jumlah limbah pewarna dan

Alamat Korespondensi Penulis:

**Oktaviani Nurwidanti**

Email : oktaviani.nurwidanti@gmail.com

Alamat : Program Magister Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

bahaya azo di lingkungan sentra industri batik Tuban.

Teknologi pengolahan limbah cair baik secara biologi, fisika dan kimia dapat digunakan untuk mengolah limbah cair warna industri batik. Pengolahan limbah cair dengan menggunakan proses biologi seringkali tidak memuaskan, karena zat warna mempunyai sifat tahan terhadap degradasi biologi sehingga efisiensinya rendah. Berdasarkan penelitian Bhattacharya [4], efisiensi penurunan warna pada sistem aerobik adalah 1%-18%. Maka dari itu, dalam penelitian ini gabungan pengolahan secara fisika dan kimia dipilih untuk diaplikasikan. Pengolahan secara fisika dipilih karena biaya yang murah, desain sederhana, operasi mudah dan tidak sensitif terhadap zat-zat beracun [5]. Keuntungan lain dari pengolahan secara fisika adalah adsorben dapat diregenerasi setelah mencapai keadaan jenuh dalam kurun waktu tertentu sehingga biaya yang diperlukan sangat murah [6]. Pada pengolahan secara fisika digunakan adsorben untuk mengurangi bahkan menghilangkan pewarna azo yang terkandung dalam limbah cair batik (dekolorisasi). Pengolahan secara kimia dilakukan dengan memodifikasi adsorben, tujuannya untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi, sehingga tingkat dekolorisasi dapat lebih tinggi.

Adsorben yang biasa digunakan untuk mendekolorisasi pewarna tekstil adalah bentonit, sepiolit, zeolit dan arang. Pada penelitian Pradas [7], yang bertujuan menghilangkan pewarna atrazine dalam limbah cair, digunakan adsorben berupa bentonit alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, bentonit alam dapat mengurangi limbah pewarna sebesar 2,71% hingga 13%. Pada penelitian Tilaki [8] mengenai adsorpsi pewarna *Reactive Yellow K-RN(Y.3)* digunakan adsorben berupa bentonit. Hasil penelitian menyatakan bahwa bentonit dapat mendegradasi pewarna sebesar 20%. Berdasarkan penelitian Rahman [9], adsorben sepiolit alam dapat mengadsorpsi pewarna *procion brilliant red H-EGXL* sebesar 12,21% hingga 26,49%.

Penelitian mengenai adsorpsi limbah cair tekstil yang dilakukan oleh Armağan [10] adalah dengan menggunakan zeolite alam. Hasil penelitian menyatakan bahwa dekolorisasi warna *Everzol Yellow 3RS H/C*, *Everzol Black B* dan *Everzol Red 3BS* secara berturut-turut adalah 35%, 35% dan 25%. Pada penelitian Wu [11] yang menginvestigasi tingkat adsorpsi adsorben zeolit alam terhadap pewarna *acid red*, diperoleh hasil

bahwa zeolit alam mampu mengadsorpsi pewarna hingga 62%. Efektivitas zeolit terbukti paling tinggi dibanding bentonit dan sepiolit. Sehingga pada penelitian ini zeolit dipilih sebagai adsorben limbah pewarna batik. Namun berdasarkan studi yang dilakukan oleh Alver [12], performa adsorpsi zeolit termodifikasi terhadap pewarna tekstil menunjukkan hasil lebih baik dibanding tingkat adsorpsi zeolit alam.

Penelitian mengenai efektivitas adsorpsi zeolit termodifikasi terhadap pewarna dilakukan oleh Hernández [13]. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk menginvestigasi kemampuan zeolit termodifikasi oleh NaCl dan FeCl<sub>3</sub> dalam mengadsorpsi pewarna *red 5* dan *yellow 6* pada sistem *batch*. Hasil penelitian menyatakan bahwa efisiensi penurunan kadar warna *red 5* dan *yellow 6* adalah 89,4% dan 96,7%.

Penelitian mengenai efektivitas adsorpsi zeolit termodifikasi juga dilakukan oleh Alver [12] yang bertujuan untuk menginvestigasi kemampuan zeolit termodifikasi oleh *hexamethylenediamine* (HMDA) dalam menurunkan kadar warna limbah cair pewarna. Pada penelitiannya, pewarna yang di diamati adalah jenis *reactive red 239* (RR-239) dan *reactive blue 250* (RB-250) dan adsorben yang digunakan adalah zeolit termodifikasi. Hasil penelitian menyatakan bahwa efisiensi penurunan kadar warna RR-239 dan RB-250 adalah 97% dan 99%.

Pada penelitian ini, zeolit yang digunakan adalah zeolit termodifikasi dan proses adsorpsi dilakukan dengan sistem kontinyu. Selain zeolit, arang merupakan adsorben yang paling mudah dijumpai dan paling dikenal oleh masyarakat. Arang juga memiliki daya adsorpsi yang baik terhadap warna. Penelitian yang menyatakan bahwa arang aktif juga memiliki kemampuan mendekolorisasi limbah cair tekstil, yaitu pada penelitian Sumarni [14], penggunaan arang modifikasi dapat menurunkan kadar warna hingga 86,8%. Pembuatan adsorben termodifikasi dilakukan dengan mengaktivasi zeolit dan arang ke dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berkonsentrasi 0%, 1%, 5% dan 9%. Limbah cair batik sebelum diolah dalam tangki pengolahan, limbah diberi perlakuan pendahuluan berupa filtrasi untuk menghilangkan lilin dari stasiun penghilangan lilin.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui persentase dekolorisasi menggunakan zeolit dan arang termodifikasi dalam sistem kontinyu dan mendapatkan perlakuan yang paling efektif

dalam mendekolorisasi limbah cair batik menggunakan zeolit dan arang termodifikasi.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Percobaan

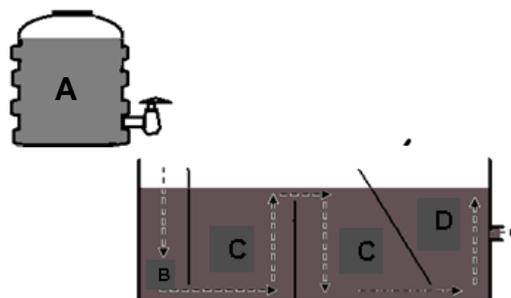
Limbah cair batik berasal dari *home industry* batik Rusdi Jaya (RJ) yang berlokasi di Desa Sumurgung Kabupaten Tuban. Limbah cair batik yang digunakan adalah limbah cair yang telah difilter sehingga tidak terdapat sisa lilin.

Adsorben berupa zeolit dan arang yang yang digunakan memiliki ukuran antara 14 mesh dan 12 mesh. Zeolit dan arang yang lolos dari ayakan antara 14 mesh dan 12 mesh tersebut kemudian dicuci hingga bersih. Pengeringan zeolit dan arang dilakukan dengan menggunakan *furnace* bersuhu 400°C selama 2 jam. Setelah kering, zeolit dan arang dimodifikasi dengan cara mengaktivasi ke dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%, 5% dan 9% dengan rasio zeolit/ dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 1:2 dan rasio arang dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 1:2. Aktivasi berlangsung selama 24 jam. Zeolit dan arang yang telah diaktivasi tersebut dipanaskan dengan suhu 600°C selama 2 jam. Pemanasan pada 600°C selama 2 jam dilakukan agar struktur zeolit dan arang lebih stabil dan lebih tahan pada temperatur reaksi yang cukup tinggi [15].

### Tangki Pengolah Limbah secara Kontinyu

Tangki pengolahan limbah horizontal terbuat dari bahan kaca dan memiliki tiga kolom dengan fungsi yang berbeda. Kolom pertama berfungsi untuk menampung limbah awal. Kolom kedua berfungsi untuk mendekolorisasi limbah cair, karena pada kolom kedua diisi zeolit atau arang termodifikasi. Kolom keempat merupakan tempat penampungan hasil proses adsorpsi yang kemudian keluar melalui pipa pengeluaran [16]. Tangki pengolahan limbah berukuran p x l x t adalah 22.5 cm x 10 cm x 12 cm. Kolom kedua diisi zeolit atau arang termodifikasi sebanyak 600 gram. Limbah cair batik mengalir secara kontinyu dari galon ke tangki pengolahan limbah dengan kecepatan alir 1L/jam selama 134 jam, sehingga galon akan terus berisi limbah cair batik hingga proses kontinyu berakhir. Gambar 1 merupakan desain tangki pengolahan limbah horizontal dengan sistem kontinyu.

HRT /waktu yang diperlukan limbah dalam tangki pengolahan hingga akhirnya dapat keluar melalui pipa pengeluaran adalah 2 jam.



**Gambar 1.** Desain Tangki Pengolah Limbah Horizontal secara Kontinyu. A. Galon yang Mengalirkan Limbah ke Tangki Pengolahan Limbah dengan Laju 1 L/jam, B. Kolom Pengendapan Limbah Awal dengan Volume 0,54 L, C. Kolom Adsorben dengan Adsorben seberat 600 gram, D. Kolom Pengendapan Akhir sebelum Limbah Cair Keluar.

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 faktor. Faktor I adalah jenis adsorben (A) yang digunakan terdiri dari 2 level (A1= zeolit; A2= arang). Faktor II adalah konsentrasi aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap adsorben (K) terdapat 4 level (K1= penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0%/ tanpa penambahan; K2= penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%; K3= penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5%; K4= penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 9%). Faktor III adalah waktu pengolahan (jam ke-) (J) terdapat 12 level (J1= pengolahan jam ke-2; J2= pengolahan jam ke-14; J3= pengolahan jam ke-26; J4= pengolahan jam ke-38; J5= pengolahan jam ke-50; J6= pengolahan jam ke-62; J7= pengolahan jam ke-74; J8= pengolahan jam ke-86; J9= pengolahan jam ke-98; J10= pengolahan jam ke-110; J11= pengolahan jam ke-122; J12= pengolahan jam ke-134). Perulangan dilakukan sebanyak 3 kali, sehingga total terdapat 288 rancangan percobaan.

Waktu pengolahan jam ke-2 yang dimaksud adalah HRT /waktu yang diperlukan limbah dalam tangki pengolahan hingga akhirnya dapat keluar melalui pipa pengeluaran untuk pertama kali adalah 2 jam. Waktu pengolahan jam ke-14 adalah limbah hasil olahan yang keluar dari pipa pengeluaran dengan interval 12 jam sejak limbah pertama kali keluar.

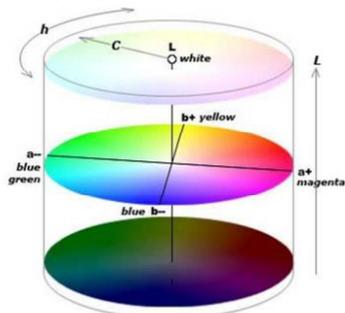
### Analisa Pengukuran Warna

Air hasil proses adsorpsi dalam tangki pengolahan limbah horizontal ditampung dalam botol sebanyak 200 mL untuk diukur warnanya. Penampungan air hasil proses adsorpsi diulang 11 kali dalam selang waktu 12 jam. Analisa kadar

zat warna dilakukan terhadap limbah cair sebelum diolah dan limbah cair setelah diolah [17]. Analisa zat warna dilakukan dengan menggunakan alat *color reader*.

Pada *color reader*, warna limbah diukur dengan tiga dimensi yang dilambangkan dengan huruf L, a, dan b. L (*Lightness*) menunjukkan tingkat terangnya/ kecerahan suatu warna dimana 0 menunjukkan warna hitam dan 100 menunjukkan warna putih. Nilai a merupakan pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau. Nilai +a (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai -a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Nilai b merupakan pengukuran warna kromatik campuran kuning-biru. Nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru [18,19].

Nilai L, a, b kemudian dikonversikan dalam bentuk L, C (Chroma), H (<sup>o</sup>Hue) dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran koordinat warna tiga dimensi. Chroma adalah tingkatan warna berdasarkan ketajamannya. Persentase chroma berkisar dari 0% sampai 100% sebagai warna paling tajam. Hue merupakan karakteristik warna berdasarkan cahaya yang dipantulkan oleh objek. Elemen warna hue berupa lingkaran dan dituliskan dalam sudut (sudut 0 sampai 360 derajat) [20]. Sehingga parameter pengukuran warna yang digunakan adalah L, C dan H. Ilustrasi L, C dan H tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Warna CIE [21]

Persamaan untuk menghitung nilai <sup>o</sup>Hue adalah:

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan \frac{b^+}{a^+} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan untuk menghitung nilai Chroma adalah:

$$\text{Chroma (C)} = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dari hasil analisa tersebut, dapat ditentukan efisiensi dekolorisasi berdasarkan L, <sup>o</sup>Hue, dan Chroma dengan cara membandingkan nilai warna hasil analisa limbah cair awal dengan limbah cair hasil olahan.

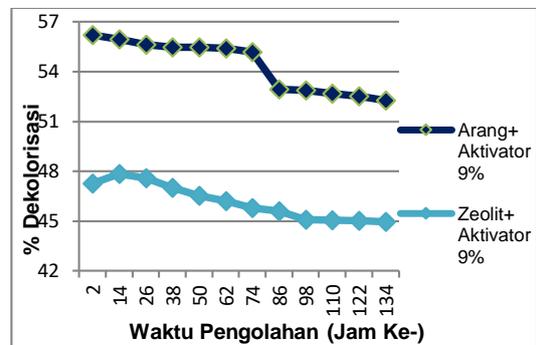
Uji daya serap terhadap iodin untuk mengetahui kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat. Tinggi rendahnya daya serap arang aktif terhadap iodium dapat dilihat dari angka iodin (*iodine number*) yang diperoleh. Angka iodin menunjukkan banyaknya iodin (mg) yang dapat diserap oleh satu gram (g) adsorben [22], sehingga semakin tinggi nilai daya serap iodium maka semakin baik daya adsorpsi adsorben [23]. Analisa data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Dekolorisasi Berdasarkan Parameter Kecerahan (L)**

Nilai rerata kecerahan limbah batik sebelum diolah adalah 25,6. Nilai dekolorisasi kecerahan limbah cair batik setelah diolah dengan zeolit maupun arang pada jam ke-2 hingga jam ke-134 berada pada rentang nilai 13,467 – 56,200.

Rerata persentase dekolorisasi berdasarkan parameter kecerahan (L) oleh zeolit dan arang termodifikasi oleh aktivator asam sulfat 9% tampak pada Gambar 3. Berdasarkan hasil uji BNJ (Beda Nyata Jujur) 5 %, hasil terbaik (56,200) terjadi pada jenis adsorben arang, konsentrasi aktivator 9% dan waktu pengolahan jam ke-2.



Gambar 3. Grafik Rerata Persentase Dekolorisasi Berdasarkan Parameter Kecerahan (L) oleh Zeolit dan Arang Termodifikasi oleh Aktivator Asam Sulfat 9%

Pada Gambar 3 tampak bahwa pada jam-jam awal pengolahan limbah cair batik dengan zeolit dan arang, nilai kecerahan tinggi dan semakin bertambah waktu pengolahan, maka nilai kecerahan limbah cair batik menurun (nilai dekolorisasi rendah) dan pada pengolahan jam ke-110 hingga jam ke-134 nilai kecerahan cenderung stabil. Laju penurunan warna akan sangat cepat di waktu awal pada saat adsorbat kontak dengan adsorben, setelah kesetimbangan tercapai, serapannya cenderung tetap atau

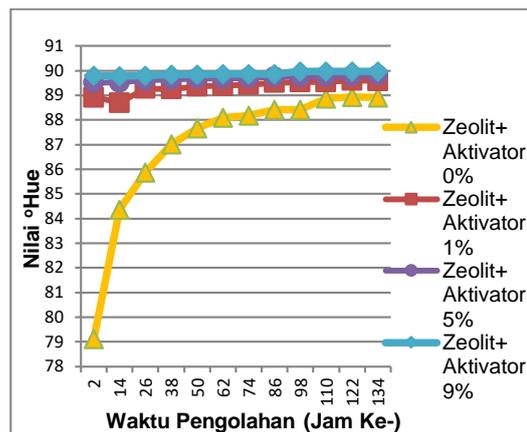
bahkan menurun hingga tidak ada lagi warna yang dapat dipisahkan. Menurunnya persentase dekolorisasi yang mengiringi bertambahnya waktu pengolahan menyebabkan akumulasi limbah hasil olahan menjadi semakin keruh apabila dibandingkan dengan limbah hasil olahan pada awal pengolahan (jam ke-2), karena desain pengolahan limbah dirancang dengan sistem kontinyu. Pada sistem ini, pada suatu waktu tertentu adsorben dalam sistem kontinyu dapat mencapai titik jenuh [24].

Pada Gambar 3 tampak bahwa nilai dekolorisasi kecerahan limbah cair batik yang diolah dengan adsorben arang lebih tinggi dibandingkan zeolit. Hal itu disebabkan karena zeolit termasuk dalam adsorben berpori mikro (ukuran diameter antara 3 Å hingga 15 Å) dan arang berpori meso (ukuran 10 Å hingga 250Å) [25,26]. Setelah zeolit dan arang dimodifikasi, ukuran pori dapat meningkat 25% hingga 1000% [27]. Sehingga zeolit dan arang termodifikasi dapat mengadsorpsi molekul hingga yang berukuran makro atau meso.

Nilai rerata kecerahan limbah cair batik yang diolah dengan zeolit kontrol dan arang kontrol adalah 40,403 dan 47,814. Nilai rerata kecerahan limbah cair batik yang diolah dengan zeolit termodifikasi dan arang termodifikasi adalah 62,767 hingga 73,433 dan 67,300 hingga 81,800. Meskipun, nilai kecerahan limbah cair batik setelah pengolahan meningkat, namun nilai kecerahannya tidak bisa mencapai 100%. Zat warna reaktif (zat warna direk, asam, basa, mordan, belerang, bejana, naftol, dispersi, dan reaktif) adalah kromofor yang mengandung gugus yang aktif dan reaktif terhadap permukaan pada bahan tertentu. Zat warna ini memiliki gugus reaktif monoklorotriazina dan vinil sulfon yang juga dapat diaplikasikan untuk serat protein, yaitu wool dan nilon. Zat warna reaktif seperti zat warna azo umumnya mempunyai sifat sulit terbiodegradasi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan [28,29].

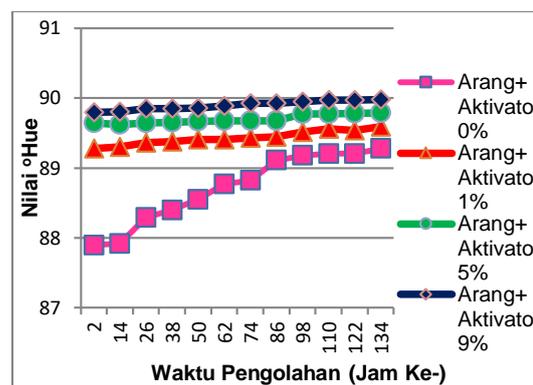
**Dekolorisasi Berdasarkan Parameter Derajat Hue (H)**

Rerata nilai derajat hue oleh zeolit tampak pada Gambar 4 dan rerata nilai derajat hue oleh arang tampak pada Gambar 5. Hasil uji statistik ragam (ANOVA) menunjukkan hasil bahwa terdapat interaksi antara faktor jenis adsorben (A), konsentrasi aktivator (K) dengan waktu/ jam ke-pengolahan limbah (J) (F=196,008; P<0,05).



Gambar 4. Grafik Rerata Nilai Derajat Hue (°Hue) oleh Zeolit

Pada Gambar 4, rerata nilai derajat hue limbah cair batik yang diolah dengan zeolit dari pengolahan pada jam ke-2 hingga jam ke-134 berkisar 79,106° - 89,974°. Menurut Mole [30], nilai °Hue 75 hingga 94 menunjukkan warna kuning pucat, sehingga nilai derajat hue limbah cair batik yang diolah dengan zeolit termasuk dalam golongan warna kuning pucat.



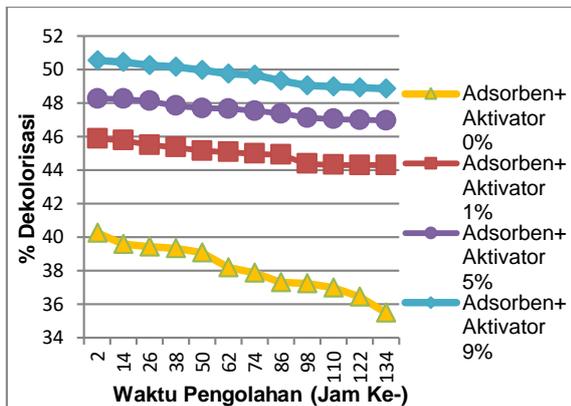
Gambar 5. Grafik Rerata Nilai Derajat Hue (°Hue) oleh Arang

Pada Gambar 5, rerata nilai derajat hue limbah cair batik yang diolah dengan arang dari pengolahan pada jam ke-2 hingga jam ke-134 berkisar 87,896° hingga 89,978°, sedangkan nilai rerata derajat hue limbah cair batik sebelum diolah adalah 88,60°. Menurut Mole [30], nilai °Hue 75 hingga 94 menunjukkan warna kuning pucat, sehingga nilai derajat hue limbah cair batik sebelum diolah dan yang telah diolah dengan arang termasuk dalam golongan warna kuning pucat.

**Dekolorisasi Berdasarkan Parameter Chroma (C)**

Nilai chroma (C) limbah cair batik sebelum perlakuan adalah 7,08. Setelah diberi perlakuan

diperoleh hasil bahwa nilai dekolorisasi chroma (C) berkisar 32,103 – 52,163. Rerata persentase dekolorisasi berdasarkan parameter chroma (C) oleh zeolit dan arang termodifikasi oleh aktivator asam sulfat 9% tampak pada Gambar 6. Hasil uji BNJ 5 % menunjukkan hasil terbaik (52,163) terjadi pada jenis adsorben arang, konsentrasi aktivator 9% dan waktu pengolahan jam ke-2.



Gambar 6. Grafik Rerata Persentase Dekolorisasi Berdasarkan Parameter Chroma (C) oleh Adsorben (Zeolit dan Arang) Termodifikasi oleh Aktivator Asam Sulfat 9%

Pada Gambar 6 tampak bahwa nilai dekolorisasi chroma limbah cair batik yang diolah dengan adsorben (arang maupun zeolit) meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator. Menurut Subadra [31] dan Zhang [32]. hal ini disebabkan semakin pekat konsentrasi zat pengaktif maka proses pelarutan mineral organik pada permukaan arang akan lebih optimal, sehingga pori-pori yang dihasilkan akan semakin banyak. Pori-pori yang bertambah banyak ini juga meningkatkan sifat adsorben untuk menyerap air dari udara (sifat higroskopis).

Nilai derajat hue limbah cair batik sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang tidak signifikan. Nilai derajat hue sesudah perlakuan berada pada rentang 87° hingga 89°, sedangkan nilai rerata derajat hue sebelum perlakuan adalah 88,60°. Menurut Mole [30], nilai °Hue 75 hingga 94 menunjukkan warna kuning pucat. Nilai hue 87° hingga 89° berarti mendekati koordinat b+ yang memiliki rentang nilai 0 hingga +70. Sehingga apabila nilai chroma tinggi, yaitu bernilai mendekati +70 maka secara visual, saturasi warna kuning pucat semakin kuat. Maka persentase nilai chroma terbaik dari limbah cair batik setelah perlakuan adalah 74,519% dari skala chroma 0 hingga 100%. Menurut Ahn [33], nilai chroma menunjukkan intensitas warna yang dihasilkan. Nilai chroma yang rendah

menandakan bahwa saturasinya rendah, yang berarti warna terlihat lemah atau pudar, sebaliknya nilai chroma yang tinggi menunjukkan saturasi yang tinggi, yang berarti warna terlihat sangat kuat/ mencolok.

### Daya Serap Terhadap Larutan Iodium

Nilai daya serap zeolit dan arang terhadap iodium berkisar 357-1043,7 mg/g dan 427,9-1077,3 mg/g (Tabel 1). Hasil uji statistik ragam (ANOVA) menunjukkan hasil bahwa terdapat interaksi antara faktor jenis adsorben (A) dengan konsentrasi aktivator (K) ( $F=37,928$ ;  $P<0,05$ ). Hasil uji BNT 5% menunjukkan hasil terbaik (1077,3 mg/g) terjadi pada jenis adsorben arang, konsentrasi aktivator 9%

Tabel 1. Rerata Bilangan Iodium dengan Hasil Uji BNT

Adsorben	Konsentrasi Aktivator(%)	Bil.Iodium	BNT ( $\alpha=0,05$ )
Zeolit	0	357.000	a
	1	848.667	c
	5	1005.900	d
	9	1043.700	f
Arang	0	427.900	b
	1	1022.700	e
	5	1049.700	g
	9	1077.300	h

Pada Tabel 1 tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator terhadap adsorben maka nilai bilangan iodin semakin meningkat, sehingga arang termodifikasi dengan konsentrasi aktivator 9% memiliki daya serap terbaik. Ini berarti bahwa arang tersebut memiliki kualitas terbaik dalam penyerapan warna. Menurut Subadra [31], luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu adsorben. Daya adsorpsi arang aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari arang aktif. Jadi, semakin besar angka iodin maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut.

Kualitas daya serap minimal arang sebagai adsorben berdasarkan SNI 06-3730-1995 adalah 750 mg/g. Sehingga nilai daya serap arang termodifikasi dengan konsentrasi aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%, 5% dan 9% memenuhi persyaratan SNI.

## KESIMPULAN

1. Kemampuan rerata dekolorisasi arang lebih baik daripada zeolit. Kemampuan rerata dekolorisasi arang dan zeolit terhadap limbah cair batik berdasarkan parameter Kecerahan (L) dan chroma (C) secara berturut-turut adalah 42,165% dan 46,935% untuk arang dan 34,800% dan 43,219% untuk zeolit. Serta nilai °Hue arang dan zeolit adalah 89,44° dan 88,97° yang menunjukkan warna kuning pucat.
2. Perlakuan yang efektif dalam mendekolorisasi limbah cair batik adalah pada penambahan konsentrasi aktivator asam sulfat 9% terhadap adsorben.

## SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair batik dengan adsorpsi berganda. Sehingga setelah limbah hasil olahan (*output*) pada tangki pengolahan limbah horizontal mengalir keluar melalui pipa pengeluaran, limbah olahan tersebut diolah lagi pada sistem pengolahan limbah horizontal 2 tujuannya adalah agar diperoleh hasil olahan yang lebih baik lagi.
2. Perlu adanya penelitian mengenai teknologi pengolahan limbah cair batik untuk diaplikasikan pada skala yang lebih besar atau sesuai dengan kondisi di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wahyu, A. 2012. Industri Batik Berkembang Pesat Setelah Pengakuan dari UNESCO. Koran Antara. 8 Mei 2012.
- [2]. Khehra, M. S., Saini, H. S., Sharma, D. K., Chadha, B. S. and Chimni, S. S. 2005. Comparative Studies on Potential of Consortium and Constituent Pure Bacterial Isolates to Decolorize Azo Dyes. *Water Res.* 39: 5135-5141.
- [3]. Phugare, S., Kalyani, D., Patil, A. and Jadhav, J., 2011. Textile Dye Degradation By Bacterial Consortium and Subsequent Toxicological Analysis of Dye and Dye Metabolites Using Cytotoxicity, Genotoxicity and Oxidative Stress Studies. *J. Hazard Mater.* 186: 713–723.
- [4]. Bhattacharya, S., Wang, S., Angara, R., Kawai, T. and Bishop, F. 1990. Fate and Effect of Azo Dye on an Anaerobic-Aerobic System. 295-297.
- [5]. Wang, X., Cheng, X. and Sun, D. 2008. Autocatalysis in Reactive Black 5 Biodecolorization By *Rhodopseudomonas palustris* W1. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 80: 907–915.
- [6]. Laksono, E., Ikhsan, J. dan Prodjosantoso, A. 2006. Efek pH terhadap Kemampuan Adsorpsi Kitosan dengan Logam. *Prosiding Seminar Nasional Kimia.* 1: 243-247.
- [7]. Pradas, G., Sánchez, V., Campo, G., Amate, U. and Pérez, F. 1997. Removal of Atrazine from Aqueous Solution by Natural and Activated Bentonite. *J. of Env. Quality.* 26: 1288-1291.
- [8]. Tilaki, R. A. 2012. Kinetic Study on Adsorption of Reactive Yellow Dye by Bentonite and OrganoBentonite. *Res. J. Chem. Environ.* 16: 156-165.
- [9]. Rahman, A., Urabe, T. and Kishimoto, N. 2013. Color Removal of Reactive Procion Dyes by Clay Adsorbents. *Procedia Env. Sciences.* 17: 270-278.
- [10]. Armağan, B., Turan, M. and Celik, M. 2004. Equilibrium Studies on the Adsorption of reactive Azo Dyes into Zeolite. *Desalination.* 170: 33-39.
- [11]. Wu, B., Qiu, M., Yang, X. and Jiang, Q. 2010. Adsorption of Dye by the Natural Zeolite. *International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (ICBBE).* Chengdu.
- [12]. Alver, E. and Metin, A. 2012. Anionic Dye Removal from Aqueous Solutions Using Modified Zeolite: Adsorption Kinetics and Isotherm Studies. *Chem. Eng. J.* 200: 59-67.
- [13]. Hernández, C. Salinas, Nava, D. and Ríos, M.S. 2012. Sorption and Desorption of Red 5 and Yellow 6 By a Fe-Zeolitic Tuff. *Water Air Soil Pollut.* 223: 4959-4968.
- [14]. Sumarni. 2012. Adsorpsi Zat Warna dan Zat Padat Tersuspensi dalam Zat Cair Batik. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III.* Yogyakarta.
- [15]. Setiadi dan Pertiwi, A. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa ABE Menjadi Hidrokarbon. *Prosiding Kongres dan Simposium Nasional Kedua MKICS.* 8: 1-6.
- [16]. Hidayat, N., Suhartini S. and Widiatmono, R. 2011. The Performance of Natural Filter in Treating Tapioca Wastewater With and Without Aeration. *J. Agric. Food Tech.* 1: 204-211.
- [17]. Rini, A., Hastuti, R. dan Gunawan. (2010). Pengaruh Poly Ethilene Glycol (PEG) Dalam Sintesis Membran Padat Silika Dari Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. *Skripsi Jurusan Kimia*

- Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [18]. Hutching, J., B. 1999. Food Color and Appearance. Aspen Publisher Inc. Maryland.
- [19]. Suyatma, 2009. Analisis Warna. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [20]. Karmilasari dan Sumarna, A. 2011. Temu Kenali Citra Berbasis Konten Warna. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Universitas Gunadarma. Yogyakarta.
- [21]. Pratomo and Özdemir, M. 2011. Mathematical Analysis of Color Changes and Chemical Parameters of Rosted Hazelnut. *J. of Eng. Science and Tech.* 3: 1-10.
- [22]. Imawati, A. dan Adhitiyawarman. 2015. Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(II) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. *Jurnal Kimia Khatulistiwa.* 4: 50-61.
- [23]. Jamilatun, S., Setyawan, M. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri.* 12: 73-83.
- [24]. Larasati, D. 2014. Optimalisasi *Recovery Minyak Kelapa Sawit dari Limbah Spent Bleaching Earth* pada *Refinery dan Fractionation Plant* PT. Wilmar Nabati Indonesia. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- [25]. Hartanto, D., Purbaningtiyas, T., Fansuri, H. dan Prasetyoko, D. 2011. Karakterisasi Struktur Pori dan Morfologi ZSM-2 Mesopori yang Disintesis dengan Variasi Waktu *Aging*. *Jurnal Ilmu Dasar.* 12: 80-90.
- [26]. Nurdiati, D. dan Astuti. 2015. Sintesis Komposit PAni/ Karbon dari Tempurung Kemiri (*Aluertes muluccana*) Sebagai Elektroda Kapasitor. *Jurnal Fisika Universitas Andalas.* 4: 51-57.
- [27]. Meilita, T. dan Tuti, S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [28]. Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. and Guan, C, 2004. Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes. *Global Nest the Int. J.* 6: 222-230.
- [29]. Manurung, R., Hasibuan, R. dan Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [30]. Mole, M.T. 1999. Food Colour Explained Simply. Bangkok University Technology. Bangkok.
- [31]. Subadra, I. Setiaji, B. dan Tahir, I. 2005. Activated Carbon Production From Coconut Shell With (NH<sub>4</sub>)HCO<sub>3</sub> Activator As An Adsorbent In Virgin Coconut Oil Purification. Prosiding Seminar Nasional Dies ke-50 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 2005. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [32]. Zhang, B., Wu, D., Wang, C., He, S., Zhang, Z., and Kong, H. 2007. Simultaneous Removal of Ammonium and Phosphate by Zeolite Synthesized from Coal Fly Ash as Influenced by Acid Treatment. *J. of Env. Sciences.* 19: 540-545.
- [33]. Ahn, J. 2008. Color Distribution of A Shade Guide in the Value, Chroma and Hue Scale. *J. Prosthet Dent.* 100:18-27.