

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Sampel pada Industri Batik

Industri Batik di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul merupakan Industri yang bersifat Komunal. Di Kota Yogyakarta merupakan Kawasan yang didominasi oleh pertokoan dan beberapa diantara pertokoan ikut andil dalam memproduksi batik yang akan dijual. Sedangkan Kabupaten Bantul merupakan Kawasan yang didominasi oleh industri pembuatan batik dan penjualan bahan-bahan dasar pembuatan batik itu sendiri, tidak sedikit terlihat beberapa industri memproduksi dan menjual batiknya di Kawasan tersebut. Berikut industri batik yang didapatkan berdasarkan metode produksi dan zat warna yang digunakan :

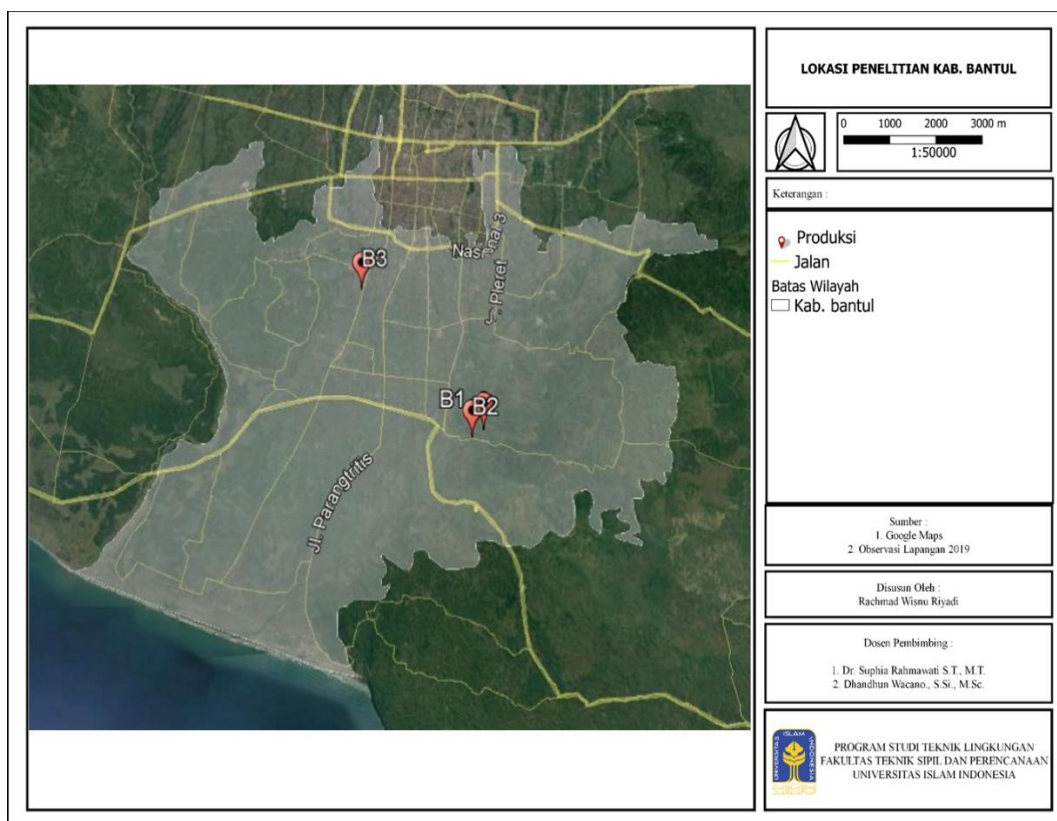
Tabel 4.1 Industri Batik berdasarkan Sampel Limbah, Zat Warna dan Metode Produksi

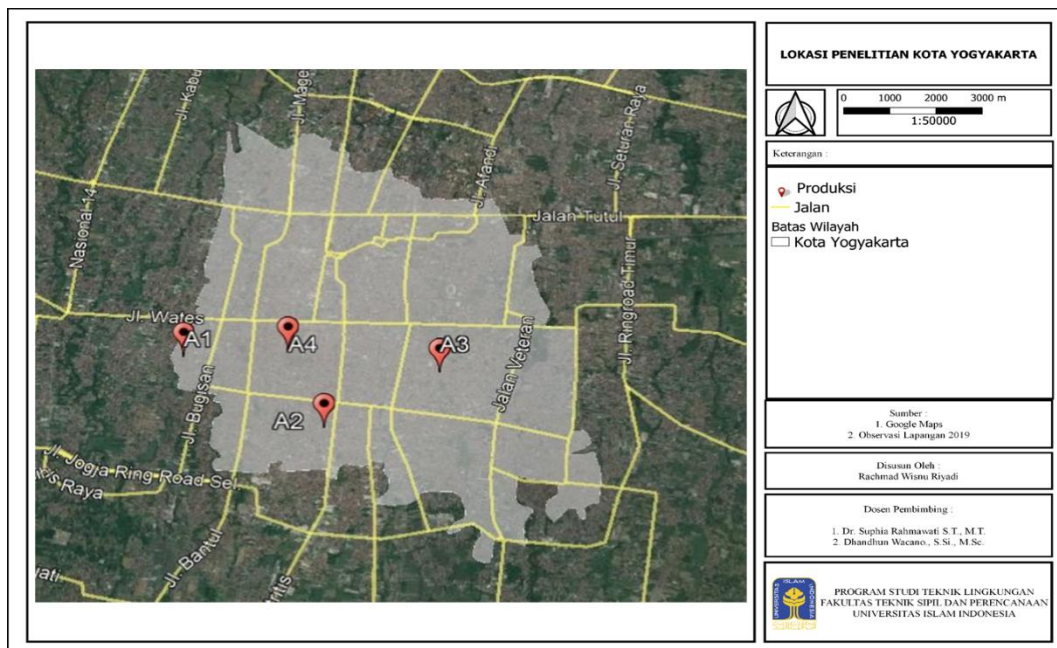
industri batik	Wilayah	kode Industri Batik	Sampel Limbah						Metode Produksi			
			Naphthol	Indigosol	Alami	Garam	Lilin	Campuran	Naphthol Murni	Tulis	Cap	Jumputan
Canting Mas	Kota Yogyakarta	A1	1			1				1		
Plentong Batik		A2	1				1				1	
Dea Batik		A3		1								1
Luwes Luwes Batik		A4	1			1	1	1			1	
Fajar Batik	Kabupaten Bantul	B1	1		1				1	1		
Sidomukti		B2	1				1			1		
Ya Halwah		B3	1				1			1		
Jumlah Industri Batik		7										
Total			6	1	1	2	4	1	1	4	2	1
Persentase Penggunaan Zat Pewarna			86%	14%	14%	29%	57%	14%	14%	57%	29%	14%

Dari 88 industri berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan, akan melalui proses validasi. Pertama di validasi melalui internet untuk mengetahui alamat dan kontak person industry terkait. Kemudian dilakukan kontak person untuk memastikan industry tersebut masih beroperasi atau tidak dan memvalidasi apakah alamat sesuai atau tidak. Apabila telah dilakukan kedua hal

tersebut selanjutnya dilakukan survei lapangan. Survey lapangan dilakukan untuk memastikan industri batik yang ditemukan sesuai dan bukan toko, kemudian dilakukan observasi dan wawancara guna mengetahui metode produksi dan bahan yang digunakan. Selain itu observasi dan wawancara untuk memastikan izin pengambilan sampel. Sehingga dari 88 industri di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul tersebut dapat dipastikan berupa industri batik yang dapat diambil limbahnya.

Dari 7 (tujuh) industri batik yang diambil dilihat dari segi metode produksi dan bahan pewarna sendiri seperti di Kota Yogyakarta mayoritas penggunaan bahan pewarna Naptol dan metode yang lebih banyak digunakan yaitu metode Produksi tulis meskipun terdapat juga metode cap dan jumptan yang minim jumlahnya. Sedangkan di kota Bantul sendiri hampir tidak ditemukan metode produksi Cap dikarenakan di kota Bantul sendiri terdiri dari industri yang menggunakan metode batik tulis. Berikut industri batik di Kota Yogyakarta dan Bantul yang diambil sampel pewarna dan limbahnya dapat dilihat pada Gambar 4.1 :





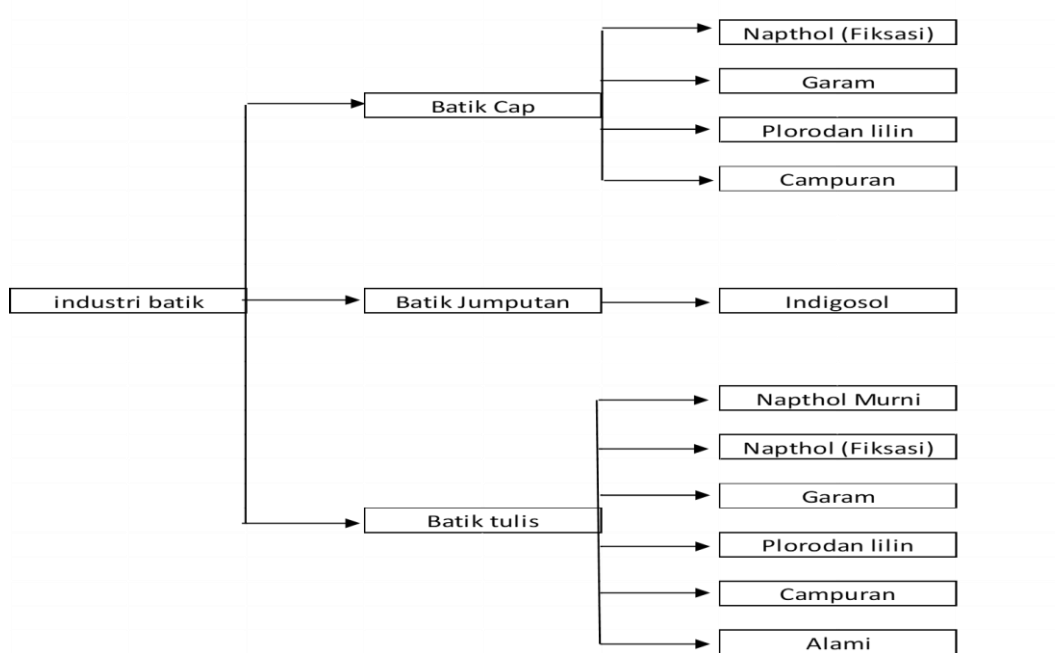
Gambar 4.1 Titik Sampel Di Kota Bantul dan Yogyakarta

Industri batik di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul dalam memproduksi batik menggunakan metode produksi yang sama seperti Batik Cap dan Batik Tulis. Adapun ditemukan metode yang berbeda yaitu metode jumputan (ikat celup). Metode ini tidak serumit membuat batik tulis dan batik cap, dimana metode ini mengikat kain dan mencelupkannya pada zat pewarna yang digunakan. Dalam beberapa metode yang didapatkan, terdapat perbedaan penggunaan zat warna dari pewarna sintesis seperti Naptol dan Indigosol sedangkan untuk pewarna alami berupa kulit buah joho atau jelawe. Sedangkan untuk zat pengikat warna yang ditemukan berupa garam (Diazol).

Pengambilan limbah sendiri dimulai pada tanggal 11 april sampai 18 mei 2019, pengambilan limbah dilakukan pada pagi hari setelah proses pencelupan warna. Pengambilan limbah dilakukan dengan metode grab sampling karena kondisi industry batik sendiri tidak selamanya produksi secara terus – menerus, dan setiap proses nya dan limbah yang dihasilkan memiliki waktu yang berbeda contohnya proses pewarnaan dilakukan pagi hari.

Limbah yang dihasilkan dari Industri batik di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul ini bermacam-macam seperti limbah pengikat zat pewarna

naptol dan indigosol yang berasal dari proses pengikatan warna (fiksasi), limbah proses penambahan garam (diazol), limbah hasil dari perebusan lilin (plorodan lilin), dan limbah yang berasal dari keseluruhan proses pembatikan (limbah campuran). Limbah ini didapatkan dari metode produksi yang berbeda-beda. Berikut skema industri batik berdasarkan metode produksi, zat warna, dan limbah dari tahapan produksi dapat dilihat pada Gambar 4.2 :



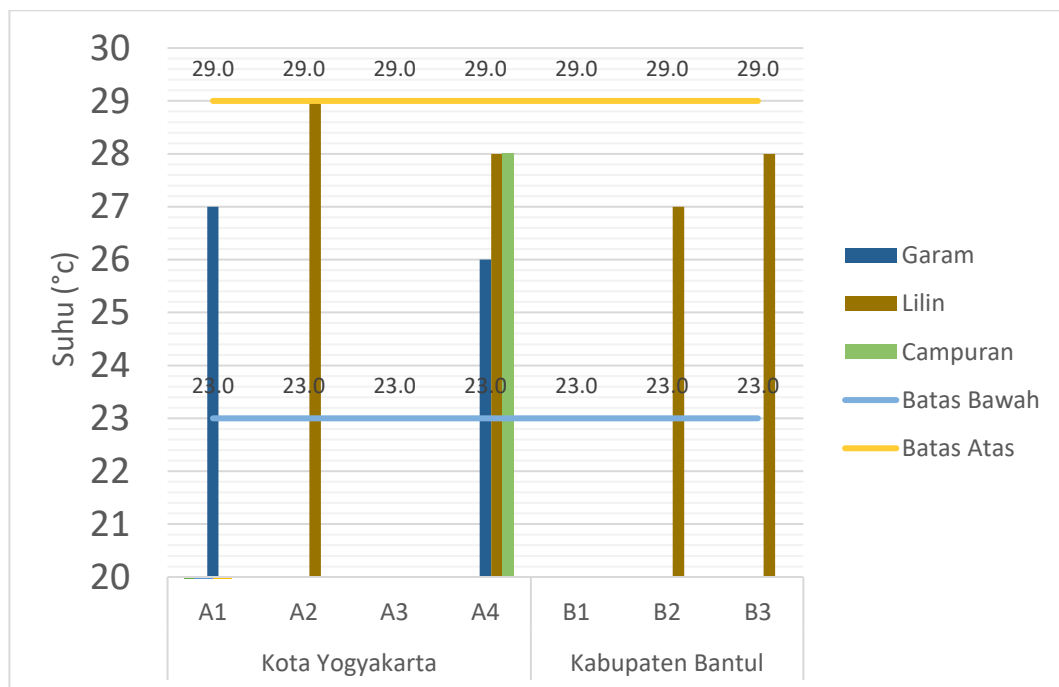
Gambar 4.2 Skema Industri batik

4.2 Analisis Data Berdasarkan Parameter Fisik

Pengukuran parameter fisik dimaksudkan untuk mengetahui nilai dari parameter sesuai dengan kondisinya di lokasi pengambilan sampel atau disebut pengukuran parameter lapangan. Dimana pengukuran parameter ini tanpa merubah nilai itu sendiri. Data pengukuran parameter lapangan dengan melakukan pengukuran suhu atau temperature dan pH. Nilai pH dan Suhu dilakukan pengukuran lagi di Laboratorium kualitas lingkungan guna melihat tidak ada perbedaan pada saat pengecekan di lapangan dan di laboratorium.

4.2.1 Suhu atau Temperature

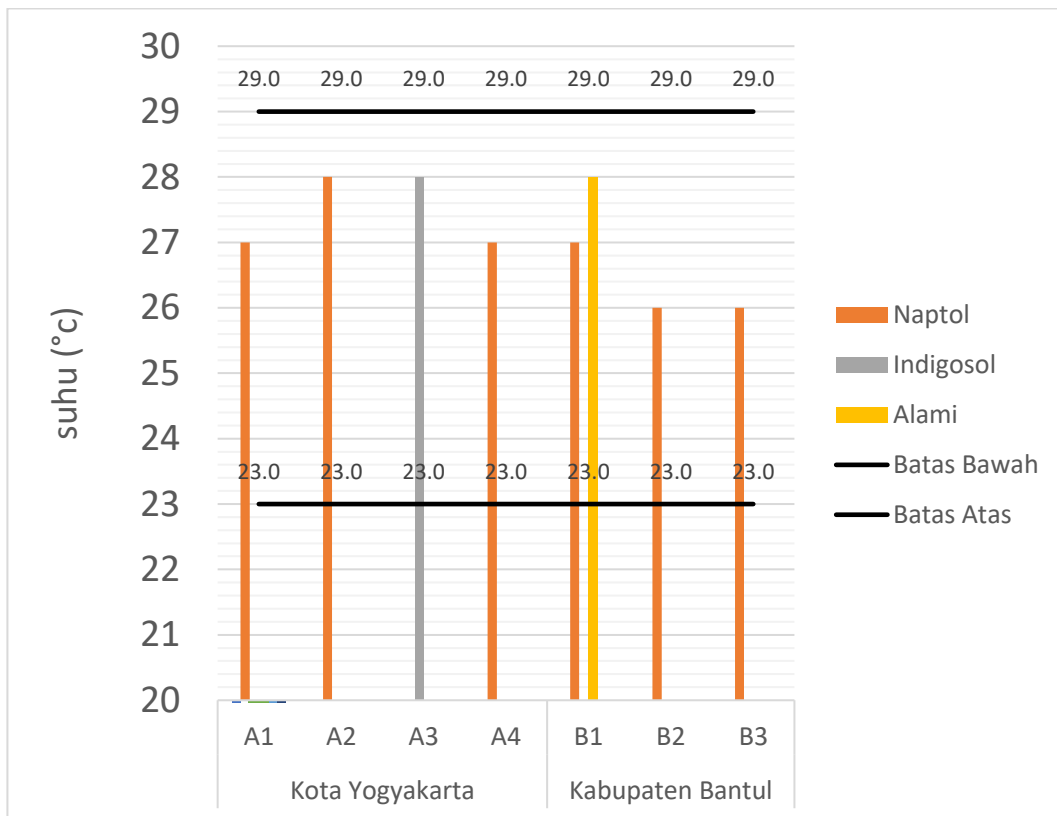
Suhu pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 27°C. kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 29°C dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 26°C , proses lilin sebesar 28°C, dan proses campuran sebesar 28°C. Kemudian untuk Kota Bantul pada kode sampel B1 untuk Naptol murni sebesar 27°C, kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 27°C dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 28°C. tingginya suhu pada limbah lilin diindikasi melalui proses plorodan yaitu dengan merebus air untuk melepaskan lilin yang digunakan dalam pembuatan batik, selain itu tingginya suhu pada lilin disebabkan pengukuran langsung pada air limbah dilapangan sehingga tingginya suhu pada limbah plorodan tersebut bisa terjadi. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter suhu dapat dilihat pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Parameter Suhu berdasarkan zat lainnya

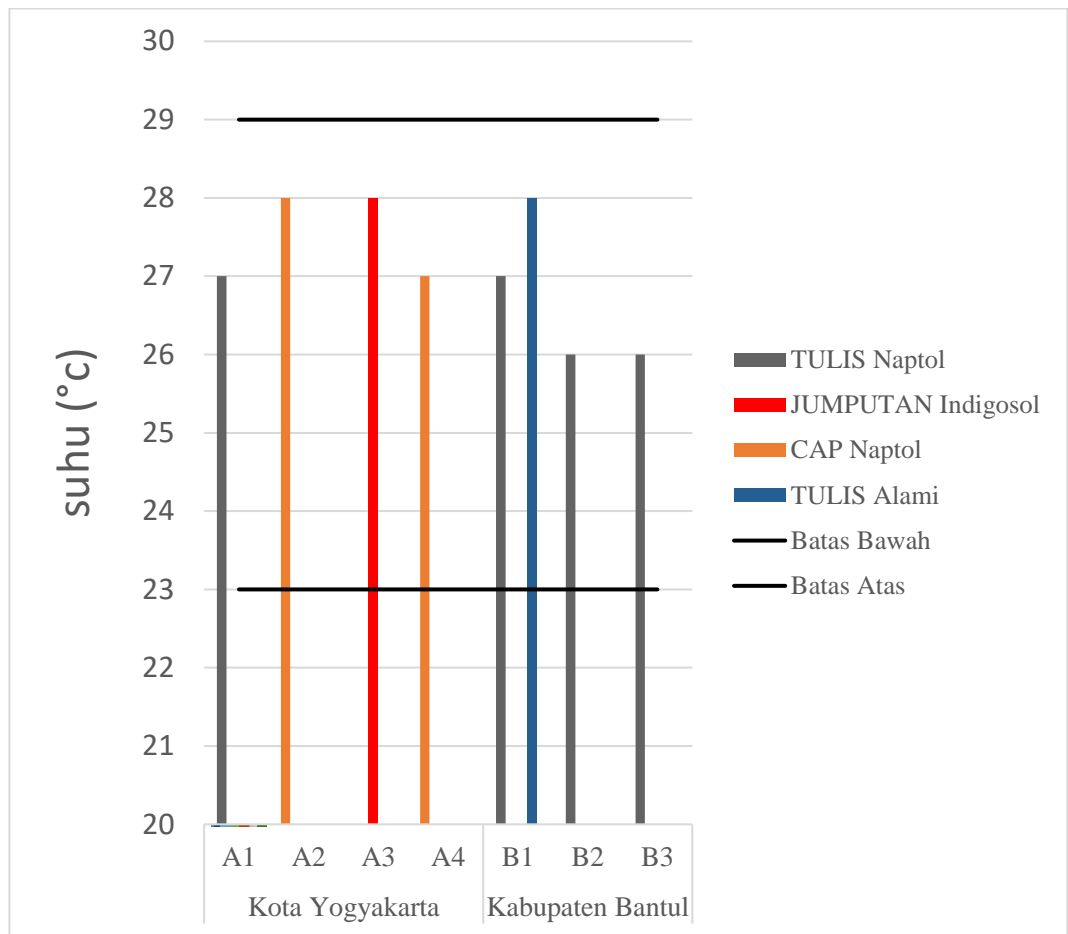
Dari hasil pengukuran suhu atau temperatur berdasarkan Zat Pewarna Alami memiliki suhu sebesar 28°C. Pewarna alami yang digunakan merupakan kulit buah jalawe/joho yang merupakan keluarga dari pohon ketapang. Pewarna alami ini

memiliki warna kecokelatan terlihat begitu pekat. Pewarna alami kulit buah jalawe ini digunakan berkali-kali dalam proses pewarnaan sampai tidak mengeluarkan warna lagi. Proses pembuatan zat warna alami ini dengan menggunakan kulit buah jalawe direbus dengan air dengan perbandingan 1:10 (1 kilogram kulit buah jalawe direbus dengan air 10 liter air). Air ini didiamkan satu malam, namun semakin lama didiamkan semakin baik karena semakin terfermentasi dan hasil dari saringan air tersebut disebutlah pewarna alami. Kemudian dilihat dari pewarna sintesis Naptol untuk kode sampel A1 = 27°C, A2 = 28°C, A4 = 27°C, B1 = 27°C, B2 = 26°C, B3 = 26°C. Naphthol yang digunakan pada kode sampel ini merupakan Naptol berwarna biru tua. Dimana naphthol hanya digunakan dalam proses batik cap dan tulis, tidak dapat digunakan dalam proses lukis maupun Colet (jumputan). Naphthol dapat mengikat warna apabila diberi penambahan zat diazot atau garam, naphthol juga bersifat sulit larut pada air maka dibutuhkan penambahan soda guna melarutkan pada air. Naphthol merupakan pewarna yang paling banyak ditemukan pada industri batik. Menurut susanto (1980) zat warna naptol merupakan komponen (*anilid Acid*) dan zat pewarna naptol terbentuk didalam serat dan sulit terlarut dalam air karena senyawa memiliki gugus azo. Kemudian Indigosol yang terdapat pada kode Sampel A3 memiliki suhu sebesar 28°C. Indigosol memiliki sifat mudah larut pada air, jadi hasil dari proses pewarnaan indigosol dengan metode colet (Jumputan) memiliki warna yang samar dan untuk menimbulkan warna harus ditambahkan HCL atau H₂SO₄ kemudian dibantu oleh sinar matahari dalam proses oksidasi agar tidak mudah larut dan berwarna. Indigosol atau zat bejana larut ini memiliki sifat stabil dalam larutan alkalis yaitu mudah terhidrolisa dalam suasana asam dan suhu tinggi berubah dalam bentuk leuko maka dari itu dibutuhkan penambahan yang banyak terhadap Indigosol ini. Grafik parameter suhu berdasarkan zat warna dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Parameter Suhu berdasarkan Bahan Pewarna

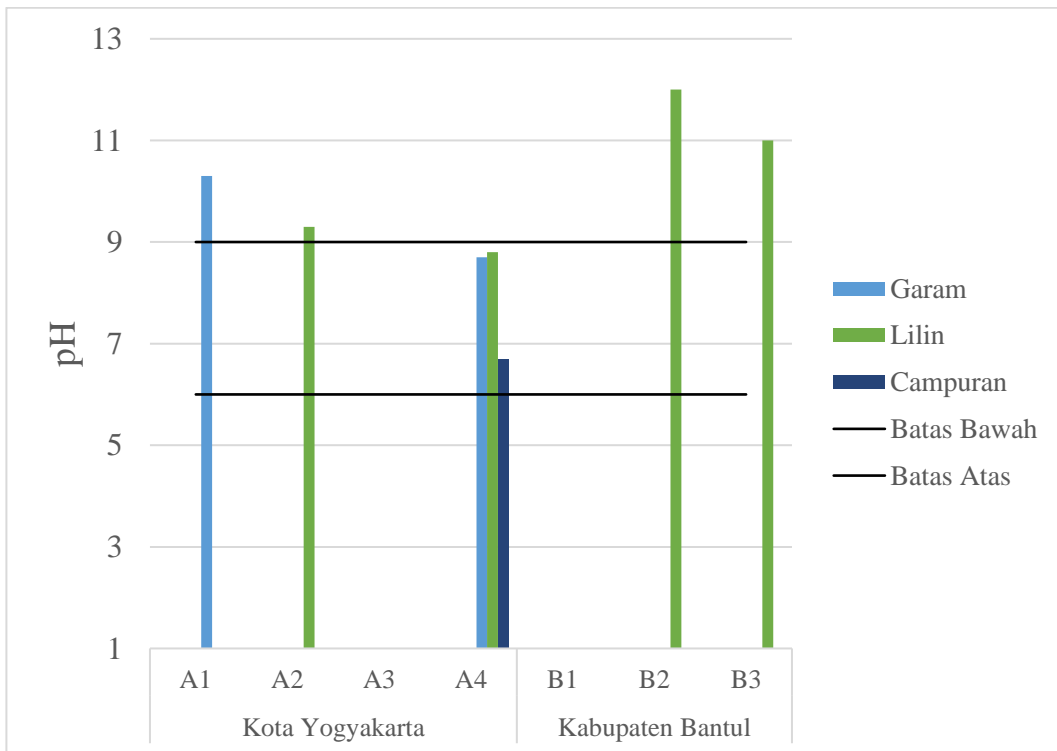
Dilihat dari metode produksi, batik cap dan batik jumputan memiliki rata-rata tertinggi untuk parameter suhu yaitu sebesar 28°C, meskipun tidak jauh berbeda dengan batik tulis yang memiliki suhu sebesar 27°C. tingginya suhu pada kedua metode disebabkan pada proses batik cap dan jumputan pemberian motif pada kain mori dengan mencelupkan langsung kain dan cetakan kedalam bejana yang berisikan lilin ataupun pewarna yang digunakan. Namun tinggi rendahnya suhu pada Sampel yang diuji masih memenuhi baku mutu yang diatur dalam Perda DIY No.7 tahun 2016 nilai suhu atau temperatur yang dianjurkan berkisar 23°C - 29°C. Grafik parameter suhu berdasarkan zat metode produksi dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut :



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Parameter suhu berdasarkan Metode Produksi

4.2.2 pH

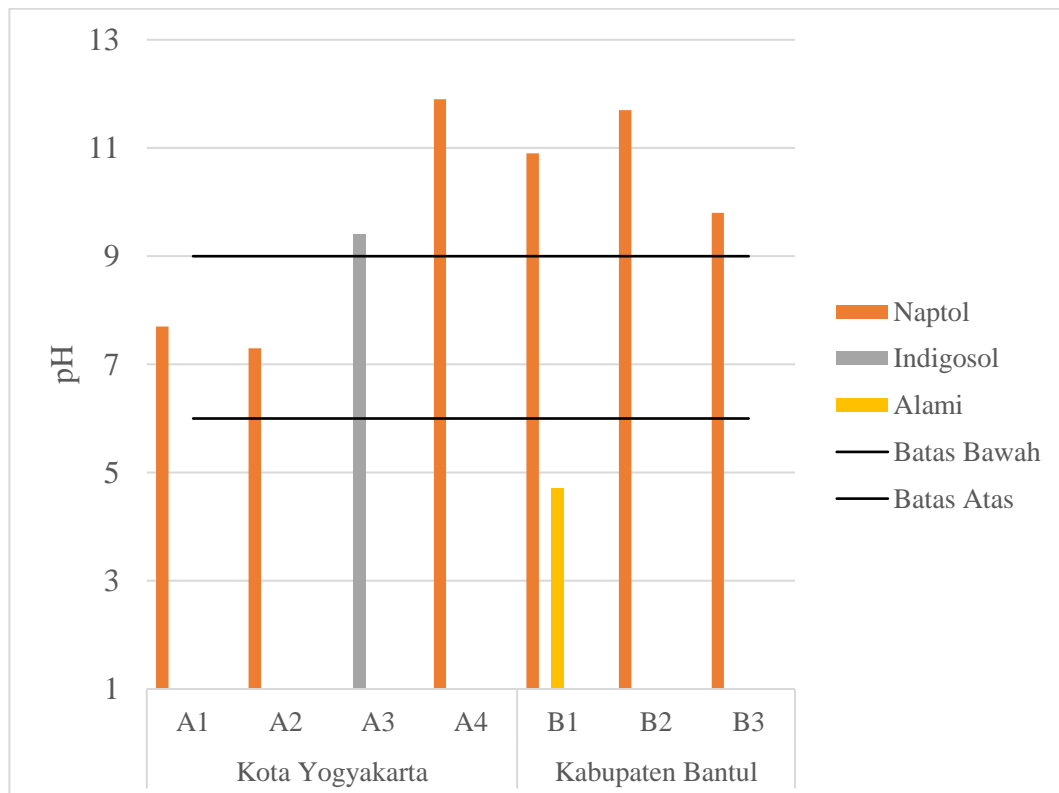
pH pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 10,3. Kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 9,3 dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 8,7 , proses lilin sebesar 8,8 , dan proses campuran sebesar 6,7. Kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 12 dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 11. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter suhu dapat dilihat pada Gambar 4.6 :



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Parameter pH berdasarkan zat lainnya

Kemudian dilihat dari segi zat warna yang digunakan yaitu naphthol untuk kode sampel A1 = 7,7 , A2 = 7,3 , A4 = 11,9 , B1 = 10,9 , B2 = 11,7 , B3 = 9,8 tingginya nilai rata-rata pH (basa) dilihat dari proses fiksasi naptol dengan penambahan garam (NaOH) dengan tujuan pengikat warna agar warna yang diinginkan muncul. Kemudian bila pH larutan naik maka larutan menjadi alkalis, adsorpsi zat warna turun. Penambahan Na₂CO₃ pada larutan celup bekerja sebagai

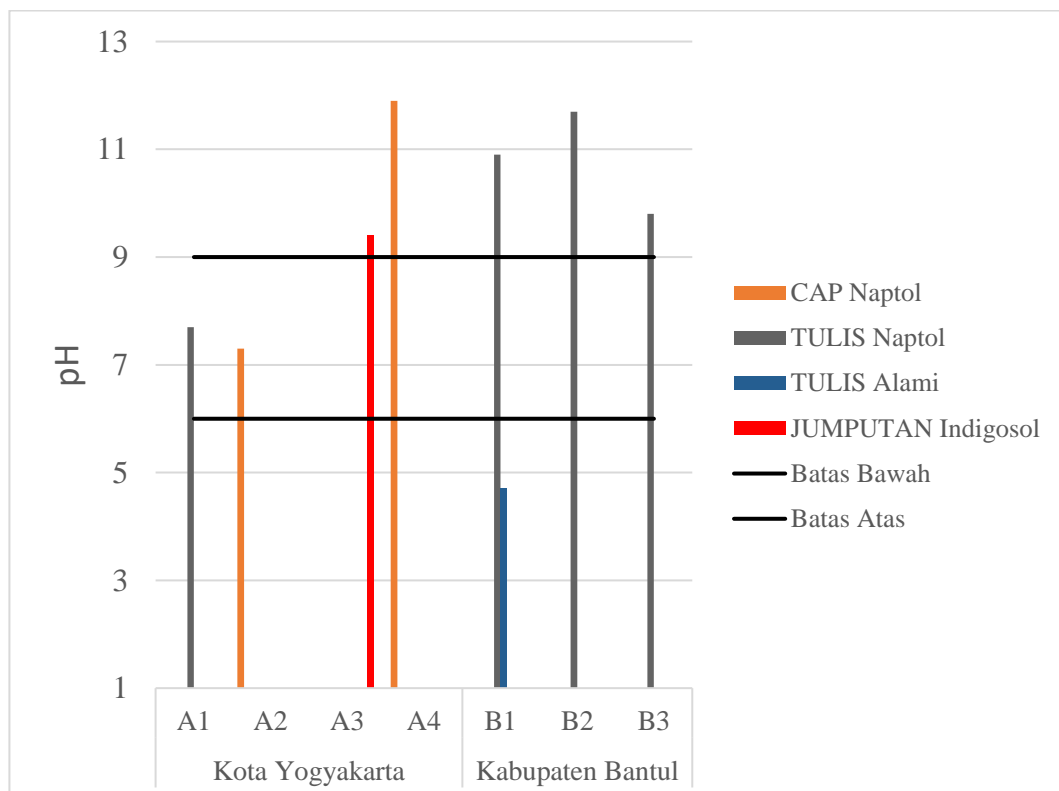
pengatur kerataan pencelupan, penambahan NaCl dan sebagainya akan menambah potensial kimia dalam larutan pencelupan Napthol. Kemudian pewarna alami berasal dari kulit buah joho atau disebut jalawe juga memiliki nilai pH yang rendah yaitu 4,7 . Hal ini disebabkan keadaan geo-fisik dari buah joho atau jalawe mengandung banyak asam amino selain itu kondisi zat warna yang digunakan hanya melalui proses perebusan dan di fermentasikan minimum 1 hari atau lebih sehingga meningkatkan tingkat keasaman pada zat warna alami ini. Kemudian zat warna indigosol sebesar 9,4. Zat warna bejana larut atau zat indigosol mantap dalam suasana alkali tetapi mudah terhidrolisa dalam keadaan asam dan panas dan berubah menjadi leuko. Senyawa leuko terbentuk kemudian mudah teroksidasi menjadi pigmen zat warna bejana asal. Zat warna bejana larut termasuk zat warna bejana dalam bentuk leuko dan memiliki gugus pelarut sehingga langsung dapat digunakan tanpa harus dibuat menjadi leuko terlebih dahulu. Berikut Grafik zat warna pada parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Parameter pH berdasarkan Zat Warna

Dilihat dari nilai pH diatas, kode sampel A2 zat warna Naphthol masih memenuhi baku mutu. Namun untuk sampel A1,A4,B1,B2,B3 untuk zat warna Naphthol melebihi baku mutu yang ditetapkan sama halnya dengan zat warna Indigosol pada kode sampel A3 melebihi baku mutu yang ditentukan. Selanjutnya pada zat warna alami dibawah batas baku mutu. Baku mutu pH sendiri diatur pada Perda DIY No.7 tahun 2016 nilai pH yang dianjurkan berkisar 6 – 9.

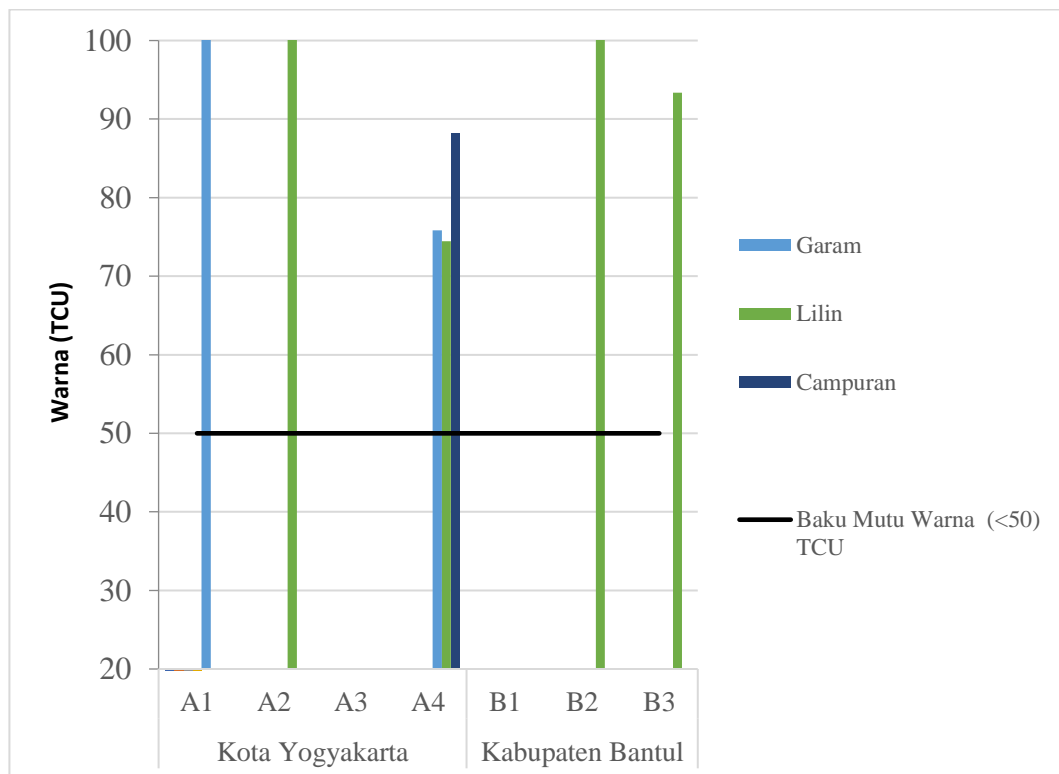
Dilihat dari tinggi rendah nilai rata-rata pH melalui proses produksi, metode produksi batik Cap dan jumputan memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 9. Tingginya pH pada metode produksi batik cap disebabkan penggunaan berbagai macam pewarna dan penambahan zat garam diazol dalam jumlah yang banyak dalam sekali produksi. Selain itu Batik Cap lebih banyak menggunakan bahan pewarna sintesis dalam produksinya. Dimana nilai rata-rata pH dalam metode produksi Batik tulis memiliki nilai pH sebesar 8,9. Berikut Grafik zat warna pada parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.8 :



Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengukuran Parameter pH berdasarkan Metode Produksi

4.2.3 Warna

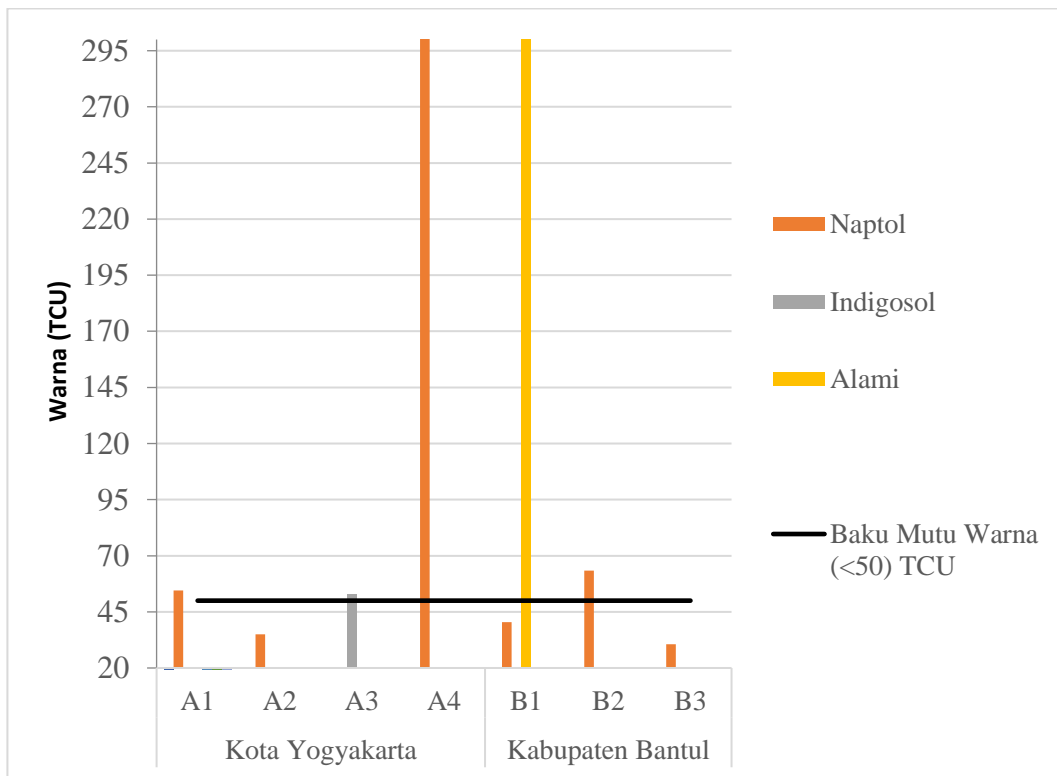
parameter fisik lainnya seperti warna, konsentrasi warna pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 1249,4 Pt-Co . Kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 189,7 Pt-Co dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 75,8 Pt-Co , proses lilin sebesar 74,4 Pt-Co , dan proses campuran sebesar 88,1 Pt-Co. Kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 436,5 Pt-Co dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 93,3 Pt-Co. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter Warna dapat dilihat pada Gambar 4.9 :



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Parameter Warna berdasarkan zat lainnya

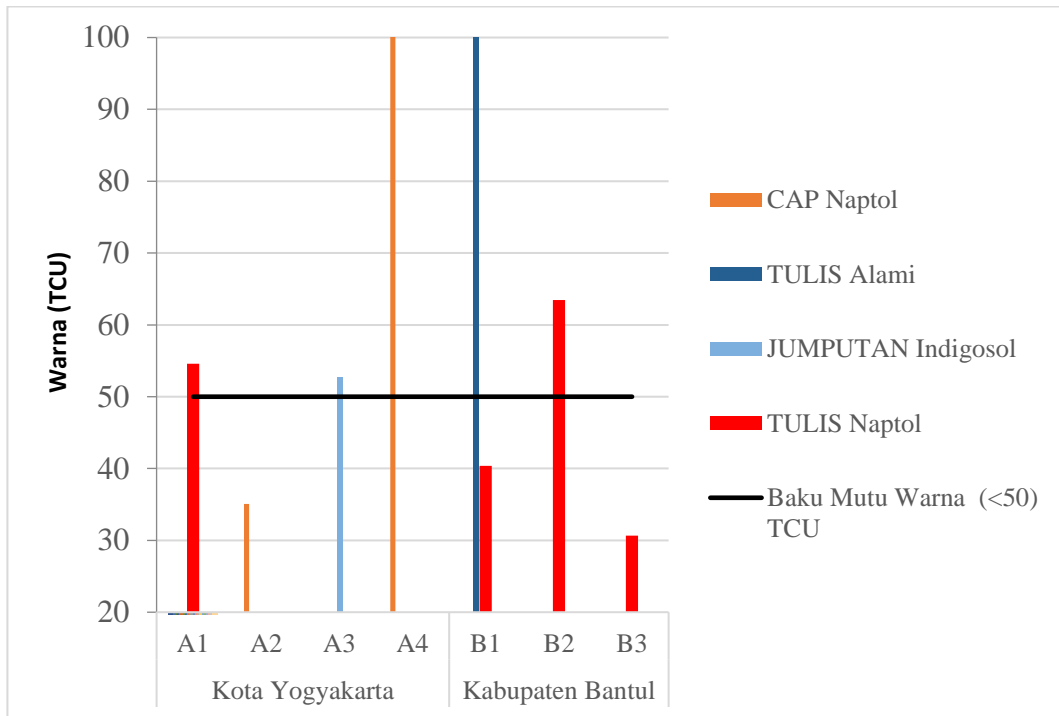
Dilihat dari segi zat pewarna, Sedangkan dilihat dari segi bahan pewarna yang digunakan, bahan pewarna sintesis Naphthol berdasarkan kode sampel A1 = 54.5 Pt-Co , A2 = 35 Pt-Co , A4 = 677,2 Pt-Co , B1 = 40,3 Pt-Co , B2 = 63,4 Pt-Co , B3 =

30,6 Pt-Co. tinggi rendahnya konsentrasi warna diindikasikan bahwa bahan pewarna sintesis digunakan berkali-kali sampai pekat. Selain itu penambahan garam dan soda memiliki pengaruh besar adapun tinggi rendahnya dilihat dari produksi yang banyak dalam proses pencelupan, dilihat juga dari bahan yang digunakan yaitu Naphthol murni merupakan bahan yang digunakan dalam pewarna tekstil. Sedangkan konsentrasi yang tinggi dari pewarna alami sebesar 415,9 Pt-Co dihasilkan dari bahan dasar yang digunakan seperti kulit buah maupun kulit kayu. Namun sampel yang kami dapatkan merupakan sampel yang berasal dari kulit buah jalawe. Selain itu bahan pewarna ini akan digunakan terus menerus selama masih mengeluarkan warna sehingga kepekatan semakin tinggi. Selain itu proses fermentasi pada pewarna alami yang dilakukan minimum 1 hari atau lebih bertujuan untuk memunculkan warna sesuai bahan yang digunakan maka dari itu kepekatan yang tinggi lahir dari proses ini. Untuk konsentrasi zat warna Indigosol sebesar 52.7 Pt-Co. Indigosol sendiri memiliki sifat mudah larut pada air sehingga menghasilkan warna muda (pastel) maka dari itu apabila menggunakan zat warna ini harus menggunakan banyak garam untuk memunculkan warna. Hal ini merupakan hal paling penting ketika suatu industry menggunakan zat warna ini. Berikut Grafik zat warna pada parameter Warna dapat dilihat pada Gambar 5.1 :



Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengukuran Parameter Warna berdasarkan zat warna

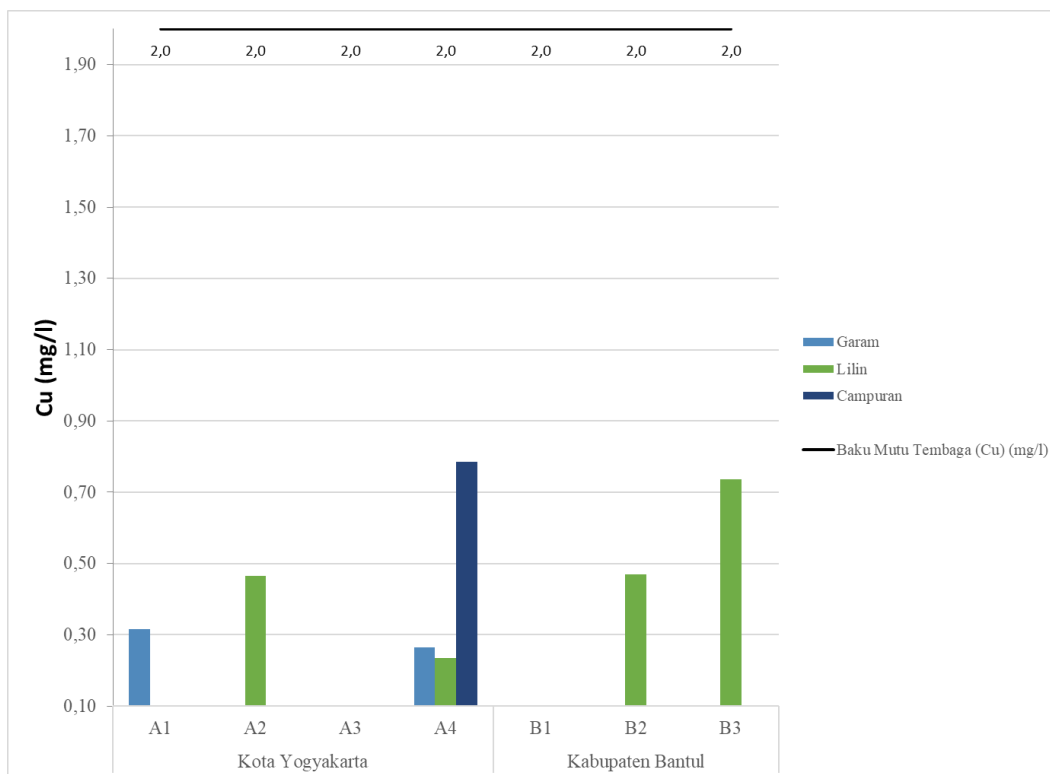
Dilihat dari metode produksi batik tulis dilihat dari kode sampel A1 = 54,5 Pt-Co dan B1 = 63,4 Pt-Co untuk Naphthol, Alami sebesar 415,9 Pt-Co melebihi batas baku mutu sanitasi higienis sebesar 50 Pt-Co. dan untuk metode produksi jumputan pada kode sampel A3 sebesar 52,7 Pt-Co. Metode produksi batik Cap pada kode sampel A4 sebesar 677,2 Pt-Co. tingginya metode produksi batik cap disebabkan pada bahan utama digunakan yaitu naphthol murni yang merupakan pewarna yang digunakan pada industry tekstil selain itu metode batik cap dalam sekali produksi menggunakan bahan pewarna dan campuran garam yang banyak untuk mempertahankan kepekatan pada batik. Parameter warna tidak memiliki baku mutu untuk limbah batik sendiri dan baku mutu untuk air limbah. Namun dilihat dari baku mutu untuk air minum batas maksimum warna yaitu sebesar 15 Pt-Co dan untuk sanitasi higienis sebesar 50 Pt-Co. Berikut Grafik zat warna pada parameter Warna dapat dilihat pada Gambar 5.2 :



Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengukuran Parameter Warna berdasarkan Metode Produksi

4.3 Analisis Kandungan Tembaga (Cu) Berdasarkan Zat Warna dan Metode Produksi pada Industri Batik

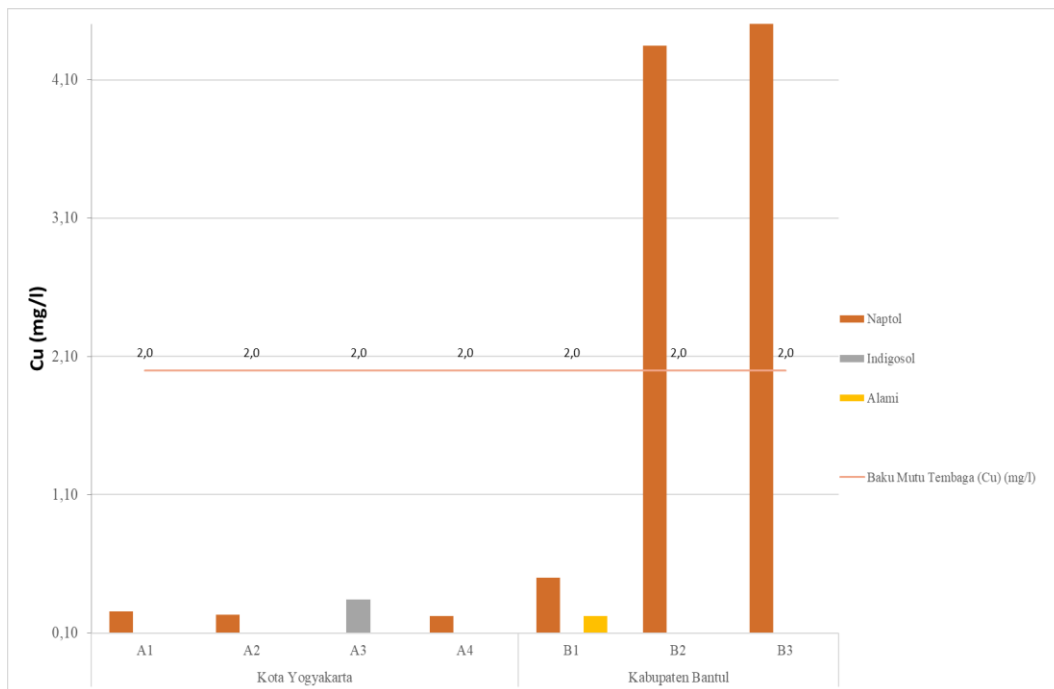
Berdasarkan parameter logam berat tembaga (Cu) dilihat dari zat lainnya, konsentrasi tembaga (Cu) pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 0,32 mg/l . Kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 0,46 mg/l dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 0,27mg/l, proses lilin sebesar 0,24 mg/l, dan proses campuran sebesar 0,78 mg/l. Kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 0,47 mg/l dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 0,74 mg/l. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter Cu dapat dilihat pada Gambar 5.3 :



Gambar 5.3 Grafik Zat Lainnya pada Parameter Cu

Kemudian dilihat dari segi bahan pewarna yaitu zat warna Naphthol merupakan zat warna yang konsentrasi melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu pada kode industri B2 = 4,35 mg/l dan B3 = 4,66 mg/l. Tingginya kadar Cu pada Kode industri B2 dan B3 diindikasikan air yang

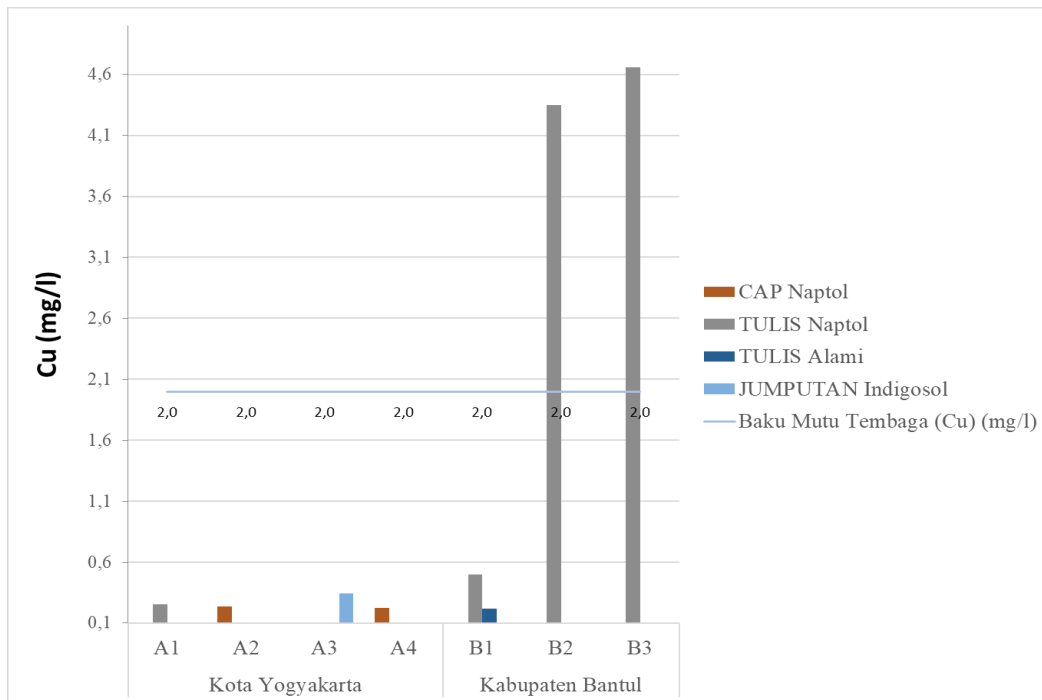
digunakan dalam proses pembatikan ini, dikarenakan dilihat dari industry lainnya dengan menggunakan bahan yang sama konsentrasi Cu terbilang kecil, namun kode industry B2 dan B3 ini memiliki konsentrasi yang melebihi baku mutu. Kemudian bahan pewarna indigosol memiliki konsentrasi Cu sebesar 0,34 mg/l terbilang kecil dilihat dari baku mutu yang yang ditentukan sama halnya dengan pewarna alami memiliki konsentrasi 0,22 mg/l maka dari itu diindikasikan kadar Cu besar di kedua industry ini merupakan faktor eksternal dari penggunaan air baku untuk proses pembatikan di kedua industry tersebut. Kemudian Zat warna merupakan senyawa aromatik kompleks yang pada umumnya sukar diurai. Zat warna reaktif mengandung Cd, Cu dan Pb. Naphtol mengandung Zn dan biasanya mengandung logam-logam berat seperti : Cr atau Cu, misalnya zat warna ergan soga. Indigosol dan naphtol mengandung Cu dan Zn (Eskani dkk.,2005). Berikut Grafik zat warna pada parameter dapat dilihat pada Gambar 5.4 :



Gambar 5.4 Grafik Zat Warna pada Parameter Cu

Kemudian dilihat dari segi metode produksi, batik tulis memiliki rata-rata tertinggi yaitu sebesar 2 mg/l dan rata-rata terendah pada metode produksi Batik cap sebesar 0,22 mg/l. Hasil konsentrasi terendah pada metode produksi cap dilihat dari segi hasil konsentrasi tidak jauh berbeda dengan metode produksi jumptan yaitu 0,34 mg/l. Diindikasikan tingginya konsentrasi

pada metode produksi tulis disebabkan karena metode produksi batik tulis ini menggunakan penambahan zat warna yang kuat untuk melekatkan warna karena melewati proses produksi yang kompleks dan membutuhkan waktu yang lama dalam pembuatannya. Sehingga membutuhkan air yang banyak dan logam berat Cu merupakan logam berat yang mudah larut pada air yang digunakan dalam metode produksi tersebut. Berikut Grafik metode produksi pada parameter dapat dilihat pada Gambar 5.5 :



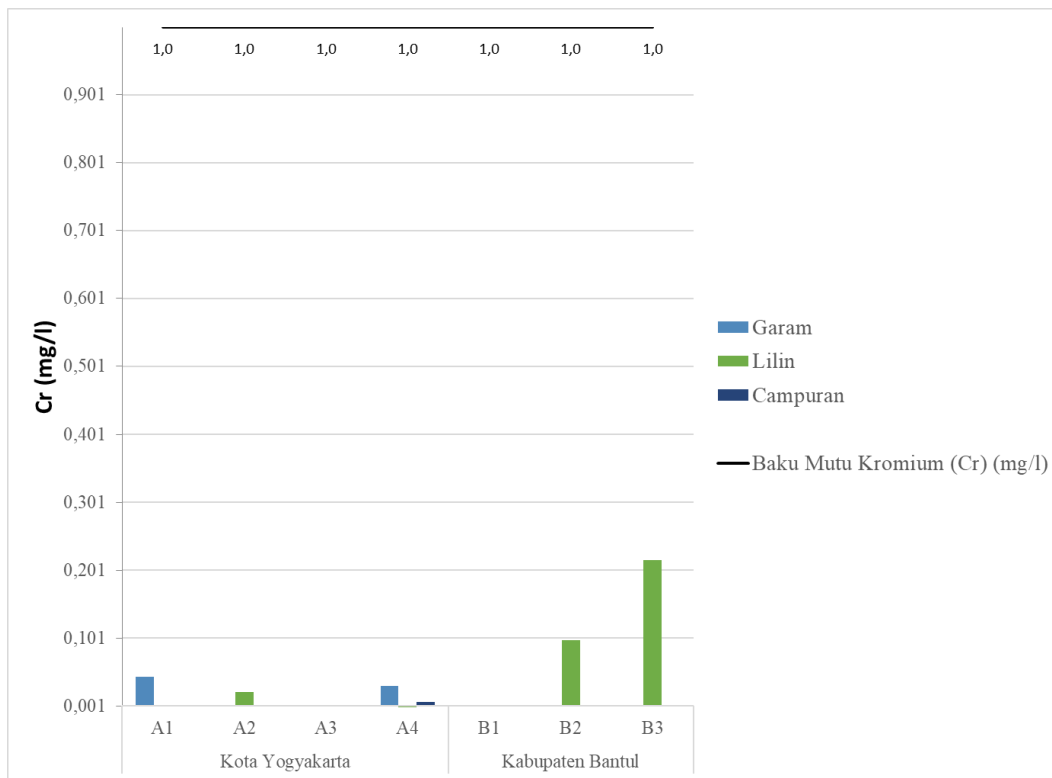
Gambar 5.5 Grafik Metode Produksi pada Parameter Cu

Menurut Perda DIY No.7 tahun 2016 tentang baku mutu kegiatan industri lainnya konsentrasi logam berat Cu sebesar 2 mg/l. Dari hasil penelitian yang dilakukan pewarna naphthol pada kode industri B2 dan B3 melebihi baku mutu yang ditentukan yaitu untuk kode industri B2 sebesar 4,35 mg/l dan B3 sebesar 4,66 mg/l dimana merupakan sampel pewarna Naphthol dan metode produksi yang sama yaitu metode produksi Batik Tulis. Dari total keseluruhan limbah yang diuji 12,5% yang melebihi baku mutu pada parameter ini. Dilihat dari aktivitas manusia, logam berat Tembaga (Cu) masuk dari kegiatan industri. Menurut Connel dan Miller (1995) menyatakan bahwa Cu merupakan logam essensial yang jika berada dalam kosentrasi rendah dapat merangsang pertumbuhan organisme sedangkan dalam kosentrasi yang tinggi dapat menjadi penghambat. Selanjutnya oleh Palar (1994) dinyatakan bahwa biota perairan sangat peka terhadap kelebihan

Cu dalam perairan sebagai tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0.009 mg/l akan menyebabkan kematian bagi fitoplankton. Dalam tenggang waktu 96 jam biota akan mengalami kematian bila Cu yang terlarut dalam badan air berada pada kisaran 0.15 mg/l sampai 0.49mg/l.

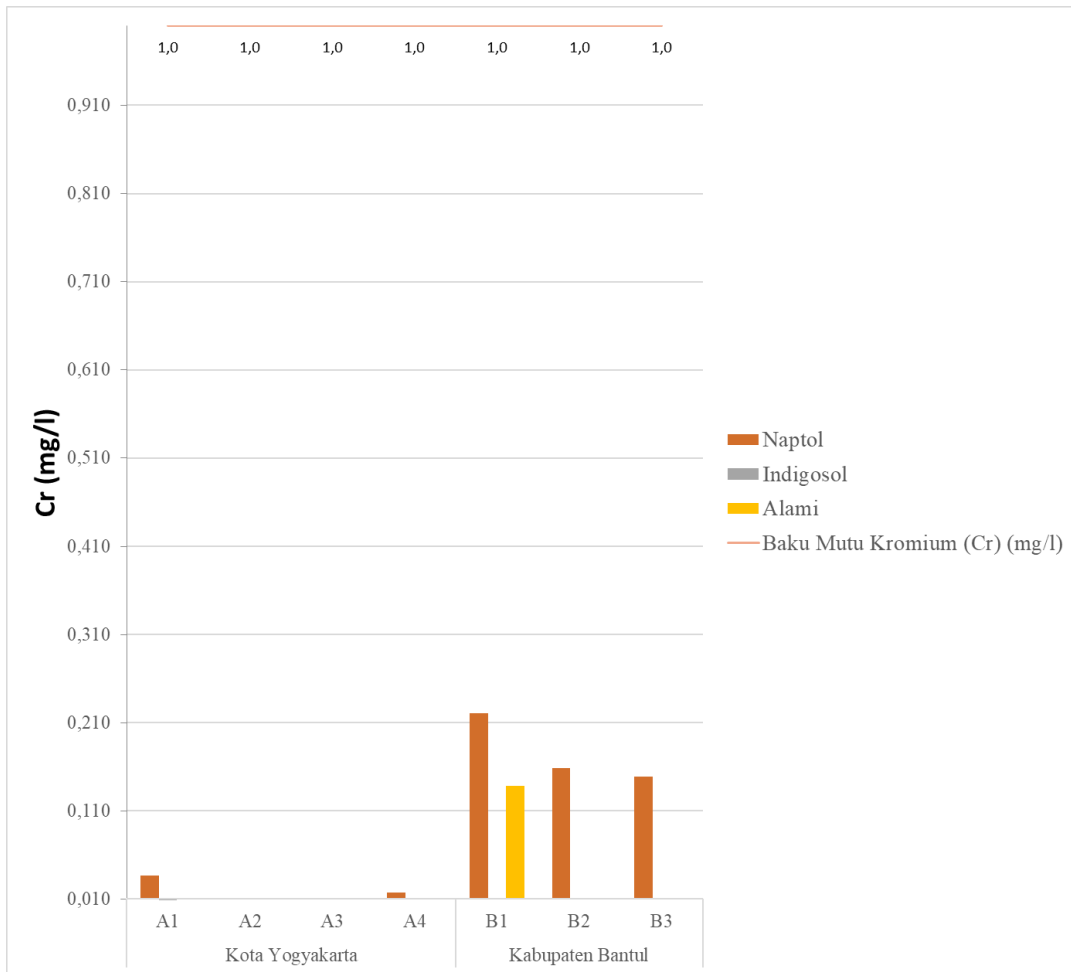
4.4 Analisis Kandungan Kromium (Cr) Berdasarkan Zat Warna dan Metode Produksi pada Industri Batik

Berdasarkan parameter logam berat Kromium (Cr) dilihat dari zat lainnya, konsentrasi Kromium (Cr) pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 0,044 mg/l . Kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 0,022 mg/l dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 0,031 mg/l, dan proses campuran sebesar 0,008 mg/l. Kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 0,098 mg/l dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 0,216 mg/l. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter Cr dapat dilihat pada Gambar 5.6 :



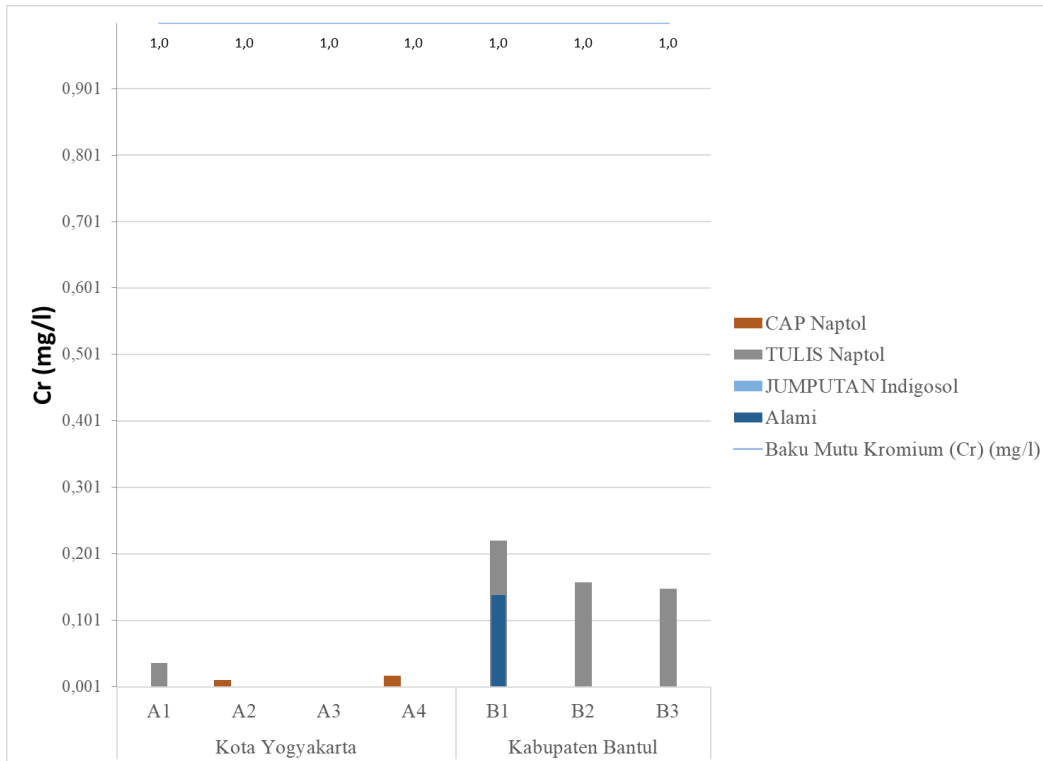
Gambar 5.6 Grafik Zat Lainnya Konsentrasi Kromium (Cr)

Kemudian dilihat dari segi bahan pewarna yaitu zat warna Naphthol merupakan zat warna yang konsentrasi yang lebih tinggi dari zat warna lainnya dari kode sampel A1 = 0,037 mg/l , A2 = 0,012 mg/l , A4 = 0,018 mg/l , B1 = 0,221 mg/l , B2 = 0,158 mg/l , B3 = 0,149 mg/l. Konsentrasi tertinggi pada kode industry B1 namun tingginya konsentrasi masih dibawah dari baku mutu yang ditetapkan. Tingginya kadar Naphthol daripada pewarna lainnya disebabkan pewarna ini merupakan pewarna yang paling banyak digunakan oleh industry batik, pewarna naptol yang digunakan rata-rata berwarna biru tua, sebagaimana sering digunakan juga pada industry tekstil. Naphthol digunakan pada proses pencelupan, pencelupan pertama menggunakan naptol murni dimana pencelupan ini warna belum terlihat. Pencelupan kedua di tambahkan garam diazol guna membangkitkan warna yang dikehendaki. Tingkat keberhasilan pewarnaan naphthol ini tergantung banyaknya naphthol yang diserap oleh serat kain. Selanjutnya penggunaan warna indigosol didapatkan sebesar 0,048 mg/l. Pewarna ini merupakan zat warna berwarna jernih, dibutuhkan bantuan sinar matahari untuk membangkitkan warna. Kemudian dioksidasi menggunakan larutan HCl atau H₂SO₄ untuk memperoleh warna yang dikehendaki. Warna yang dihasilkan pada zat warna ini cenderung lembut. Selanjutnya untuk pewarna alami sebesar 0,139 mg/l. dimana masih dibawah batas baku mutu yang ditentukan. Dimana pewarna alami ini berwarna kecoklatan, dibuat dengan proses perebusan dan difermentasikan selama minimal 1 hari atau lebih. Berikut Grafik zat warna pada parameter Cr dapat dilihat pada Gambar 5.7:



Gambar 5.7 Grafik Zat Warna Konsentrasi Kromium (Cr)

Kemudian dilihat dari segi metode produksi, batik tulis memiliki rata-rata tertinggi yaitu sebesar 0,141 mg/l diikuti oleh batik cap sebesar 0,015 mg/l. Diindikasikan tingginya konsentrasi pada metode produksi tulis disebabkan karena metode produksi batik tulis ini menggunakan penambahan zat warna yang kuat untuk mengikat warna karena batik tulis memiliki proses produksi yang kompleks dan membutuhkan waktu yang lama dalam pembuatannya. Kedua metode ini memiliki perbedaan dilihat dari waktu produksi batik tulis dalam sekali pembuatan dapat mencapai waktu 3 (tiga) bulan sedangkan batik cap waktu paling lama mencapai 1 (satu) minggu. Selain dilihat dari segi waktu, kedua metode ini memiliki produksi limbah yang berbeda. Berikut Grafik metode produksi pada parameter Cr dapat dilihat pada Gambar 5.8 :

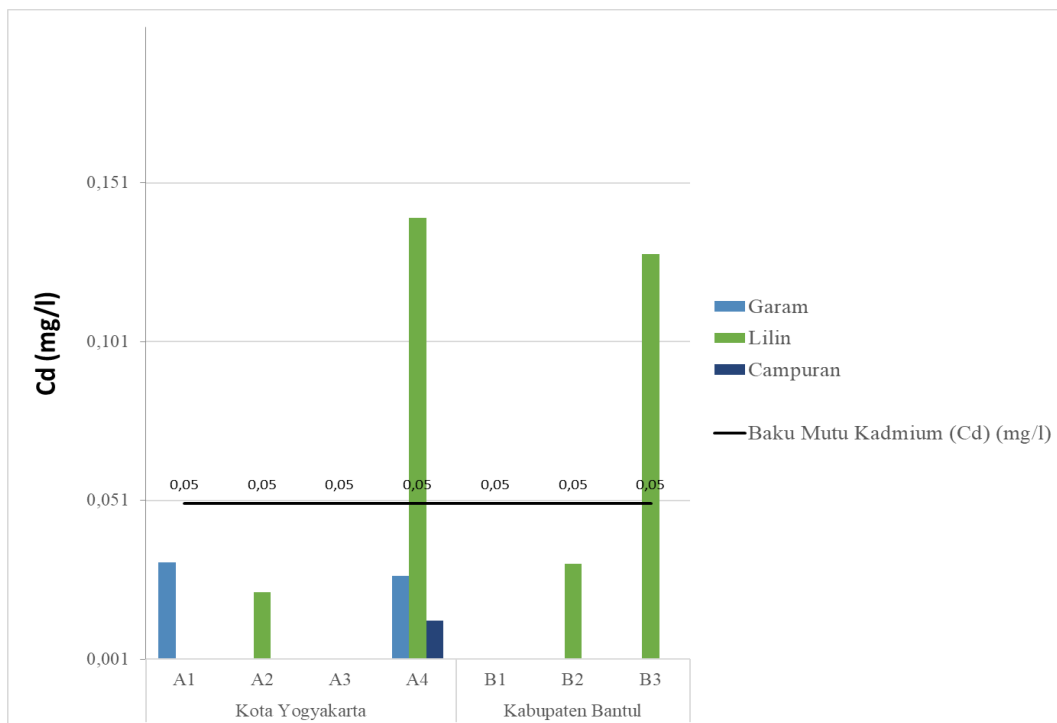


Gambar 5.8 Grafik Metode Produksi Konsentrasi Kromium (Cr)

Namun dari sekian banyaknya sampel pewarna yang diuji untuk parameter kromium (Cr) ini memiliki konsentrasi dibawah baku mutu yang telah ditentukan. Menurut Perda DIY No.7 tahun 2016 tentang baku mutu kegiatan industri batik konsentrasi logam berat Cr sebesar 1 mg/l. Dari sekian bahan pewarna yang diuji tidak ada yang melebihi baku mutu. Kromium (Cr) adalah salah satu logam berat yang dapat mencemari air. Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik. Dampak yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis. Kromium dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik. Logam kromium (Cr) merupakan logam berat yang bersifat toksik. Sifat toksik yang dibawa oleh logam ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Listiana, 2013).

4.5 Analisis Kandungan Kadmium (Cd) Berdasarkan Zat Warna dan Proses Produksi pada Industri Batik

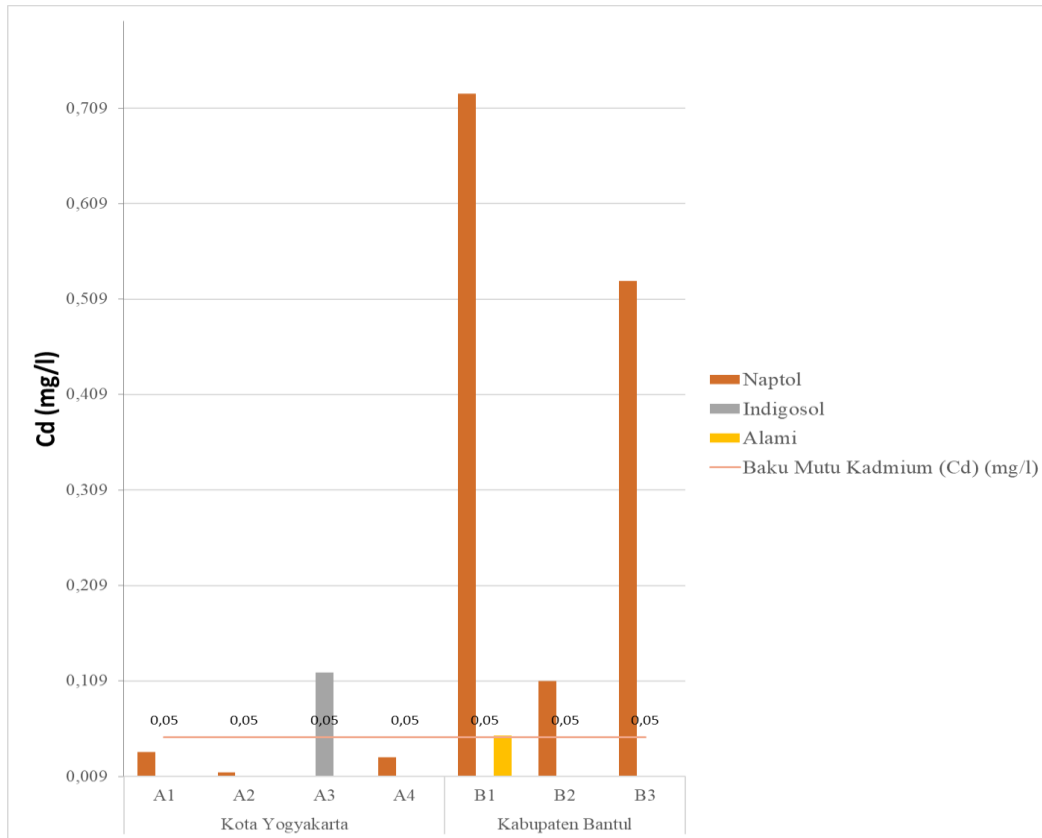
Berdasarkan parameter logam berat (Cd) dilihat dari zat lainnya, konsentrasi (Cd) pada setiap titik sampling untuk kota Yogyakarta pada kode sampel A1 pada proses garam sebesar 0,031 mg/l . Kemudian untuk kode sampel A2 pada proses lilin sebesar 0,022 mg/l dan untuk kode sampel A4 pada proses garam sebesar 0,027 mg/l, proses lilin sebesar 0,140 mg/l dan proses campuran sebesar 0,013 mg/l. Kemudian kode sampel B2 untuk proses lilin sebesar 0,031mg/l dan kode sampel B3 pada proses lilin sebesar 0,129 mg/l. Berikut Grafik zat lainnya pada parameter Cd dapat dilihat pada Gambar 5.9 :



Gambar 5.9 Grafik Zat Lainnya Parameter Kadmium (Cd)

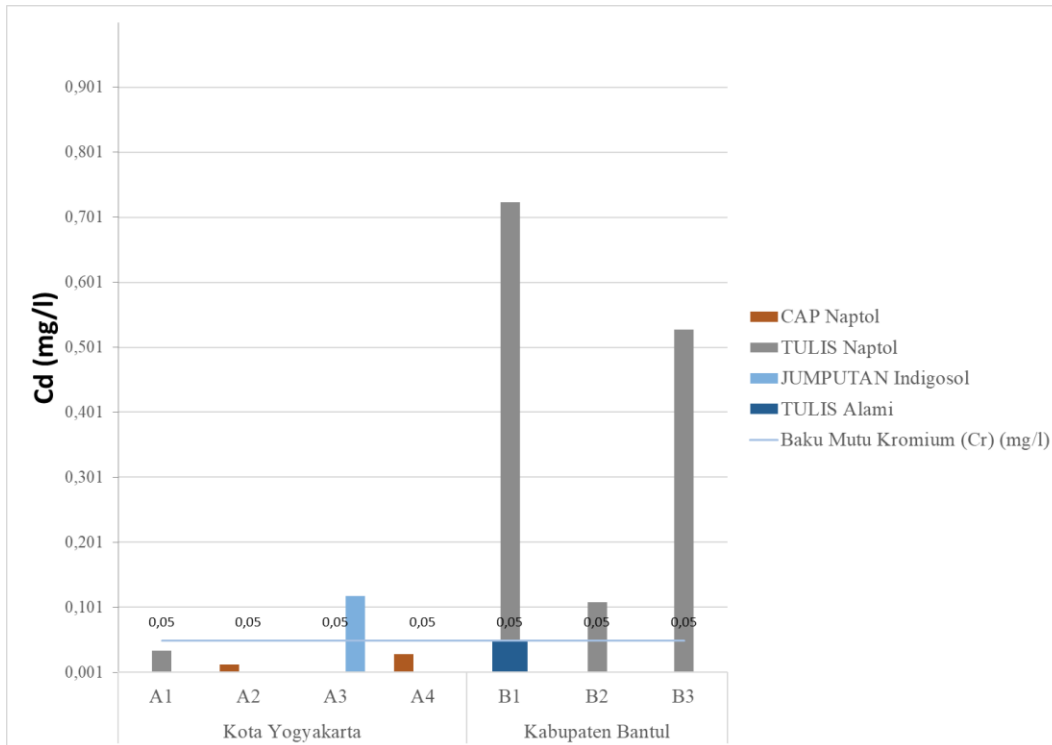
Dilihat dari segi bahan pewarna, naphthol memiliki konsentrasi tertinggi pada kode industry kode A1 = 0,035 mg/l , A2 = 0,013 mg/l , A4 = 0,029 mg/l , B1 = 0,724 mg/l , B2 = 0,109 mg/l , B3 = 0,528 mg/l. pada pewarna sintesis lainnya yaitu indigosol pada kode A3 sebesar 0,118 mg/l dan pewarna alami sebesar 0.052. konsentrasi Cd pada tiap bahan pewarna terhitung tinggi meskipun pewarna alami memiliki konsentrasi terendah namun masih melebihi baku mutu yang ditetapkan. Tingginya parameter Cd pada zat warna ini diindikasikan dengan tingginya konsentrasi pada seng (Zn) tinggi pada bahan pewarna disesuaikan dengan Zn merupakan sumber utama dari parameter Cd sendiri yang berasal dari peleburan biji-biji Zn. Selain itu peleburan pada Cd yang

terjadi pada proses perebusan karna sifat Cd sendiri memiliki tingkat lebur yang rendah. Selain itu Cd pada pewarna batik pada saat pengujian ditambahkan HCl sehingga kandungan Cd pada zat warna ikut terlarut pada proses pengujian. Cd sendiri sering ditemukan dalam industry lainnya seperti pembuatan baterai, pelapisan logam dan industry yang menggunakan zat-zat warna dan merupakan logam berat yang cukup aktif. Berikut Grafik zat warna pada parameter Cd dapat dilihat pada Gambar 6.1 :



Gambar 6.1 Grafik Zat Warna Parameter Kadmium (Cd)

Kemudian dilihat dari segi metode produksi, batik tulis memiliki rata-rata tertinggi yaitu sebesar 0.289 mg/l diikuti oleh batik Jumputan sebesar 0.118 mg/l dan Batik cap sebesar 0.021 mg/l . Diindikasikan tingginya konsentrasi pada metode produksi tulis disebabkan karena metode produksi batik tulis ini menggunakan penambahan zat warna yang kuat untuk mengikat warna karena batik tulis memiliki proses produksi yang kompleks dan membutuhkan waktu yang lama dalam pembuatannya. Lama tidaknya penyimpanan limbah juga menjadi salah satu faktor tingginya konsentrasi Cd pada setiap metode yang digunakan. Dilihat pada industri yang menggunakan metode produksi Batik tulis rata-rata memiliki konsentrasi yang tinggi. Berikut Grafik metode produksi pada parameter Cd dapat dilihat pada Gambar 6.2 :



Gambar 6.2 Grafik Metode Produksi Parameter Kadmium (Cd)

Menurut Perda DIY No.7 tahun 2016 tentang baku mutu kegiatan industri batik konsentrasi logam berat Cd sebesar 0.05 mg/l. Dari sekian banyaknya limbah dan bahan pewarna yang diuji, beberapa sampel melebihi baku mutu yang telah ditentukan. Parameter ini merupakan parameter terbanyak untuk sampel yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 50% dari semua limbah dan zat warna yang diuji. Keberadaan logam berat Kadmium (Cd) dalam tanah, air dan manusia. Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga berbahaya untuk manusia. Menurut Palar (1994) Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Biota-biota yang tergolong bangsa udang-udangan (crustacea) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24 - 504 jam bila di dalam badan perairan di mana biota tersebut hidup terlarut logam atau persenyawaan Cd pada rentang konsentrasi antara 0.004 - 0.149 mg/l.

4.6 Perbandingan Logam Berat Tembaga, Kromium, dan Kadmium (Cu, Cr, Cd) dengan Parameter Fisik

Pada hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan metode produksi dan bahan pewarna dengan parameter logam berat Tembaga (Cu), Kromium (Cr), dan Kadmium (Cd). Logam berat

Cd memiliki konsentrasi terbanyak dalam hal melebihi baku mutu, kemudian diikuti oleh parameter Tembaga (Cu), dan konsentrasi Kromium (Cr) memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Tingginya konsentrasi parameter Kadmium (Cd) diikuti dengan tingginya parameter Seng (Zn), hal ini disebabkan sumber Kadmium (Cd) berasal dari biji Seng (Zn) dan Biji Seng-Timbal. Kadmium memiliki sifat kimia sukar larut pada perairan, kemudian Kadmium memiliki sifat yang tidak dapat larut pada pH basa jika dibandingkan dengan kondisi pH terutama untuk bahan pewarna Naphthol pada pengujian parameter fisik ditemukan rata-rata pH untuk pewarna Naphthol memiliki pH yang basa, sehingga diindikasikan tingginya keberadaan Kadmium dibandingkan logam berat lainnya berdasarkan metode produksi dan bahan pewarna. Namun keberadaan logam berat pada limbah cair tidak dipengaruhi oleh suhu dan warna

Kemudian diikuti dengan parameter Tembaga (Cu) yang terdapat pada bahan pewarna Naphthol, namun keberadaan tingginya logam berat Tembaga (Cu) ini hanya terdapat pada 2 (dua) titik industri. Keberadaan Tembaga yang tinggi pada kedua titik ini diindikasikan berasal dari air baku yang digunakan karena dilihat pada industri lainnya memiliki konsentrasi Tembaga (Cu) rendah dan jauh dari kedua titik industri yang melebihi baku mutu tersebut. Namun keberadaan logam berat pada limbah cair tidak dipengaruhi oleh suhu dan warna

4.7 Rekapitulasi Parameter Fisik dan Logam berat

Tabel 4.2 Rekapitulasi parameter fisik dan Logam Berat

Wilayah	Industri	Parameter	Proses Produksi			Zat Warna			Limbah Lain		
			Cap	Tulis	Jumputan	Napthol	Indigosol	Alami	Garam	Lilin	Campuran
Kota Yogyakarta	A1	pH		12		12			10		
		Suhu		26		26			27		
		Warna		55		55			1249		
		Tembaga (Cu)		0.26		0.26			0.32		
		Kromium (Cr)		0.037		0.037			0.044		
		Kadmium (Cd)		0.035		0.035			0.031		
	A2	pH	7			7				9	
		Suhu	28			28				29	
		Warna	35			35				189	
		Tembaga (Cu)	0.23			0.23				0.46	
		Kromium (Cr)	0.012			0.012				0.022	
		Kadmium (Cd)	0.013			0.013				0.022	
	A3	pH			9		9				
		Suhu			28		28				
		Warna			53		53				
		Tembaga (Cu)			0.34		0.34				
		Kromium (Cr)			-0.048		-0.048				
		Kadmium (Cd)			0.118		0.118				
	A4	pH	12			12			9	9	7
		Suhu	27			27			26	28	28
		Warna	677			677			75	74	88
		Tembaga (Cu)	0.22			0.22			0.27	0.24	0.78
		Kromium (Cr)	0.018			0.018			0.031	-0.081	0.008
		Kadmium (Cd)	0.029			0.029			0.027	0.140	0.013
Kabupaten Bantul	B1	pH		8		11		5			
		Suhu		27		27		27			
		Warna		228		40		416			
		Tembaga (Cu)		0.36		0.50		0.22			
		Kromium (Cr)		0.180		0.221		0.139			
		Kadmium (Cd)		0.724		0.724					
	B2	pH		12		12				12	
		Suhu		26		26				27	
		Warna		63		63				436	
		Tembaga (Cu)		4.35		4.35				0.47	
		Kromium (Cr)		0.158		0.158				0.098	
		Kadmium (Cd)		0.109		0.109				0.031	
	B3	pH		10		10				11	
		Suhu		26		26				28	
		Warna		31		31				93	
		Tembaga (Cu)		4.66		4.66				0.74	
		Kromium (Cr)		0.149		0.149				0.216	
		Kadmium (Cd)		0.528		0.528				0.129	

Berdasarkan tabel rekapitulasi, dilihat dari parameter fisik dan logam berat Tembaga (Cu), Kromium (Cr), Kadmium (Cd) dilihat dari segi metode produksi pada industri batik yaitu Batik Tulis, Batik Cap, Batik Jomputan. Konsentrasi paling kecil terdapat pada metode produksi Batik Cap. Metode produksi ini merupakan metode produksi yang digunakan dalam produksi massal karena pembuatannya tidak memerlukan ketelitian dan detail dari motif yang diinginkan. Kemudian dilihat dari segi bahan pewarna, Naphthol dengan metode produksi Cap memiliki konsentrasi paling kecil dibandingkan Naphthol dengan menggunakan metode produksi Batik Tulis. Rekomendasi yang tepat untuk industri batik yang ada di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul yaitu dengan menggunakan metode produksi Batik Cap dan menggunakan bahan Pewarna Naphthol dengan kata lain berdasarkan parameter logam berat Tembaga (Cu), Kromium (Cr), Kadmium (Cd) dengan pengolahan *house-scale wastewater treatment (IPAL Konvensional)* dengan menggunakan sistem batch, penggunaan sistem ini disebabkan produksi yang tidak kontinyu pada pembuatan batik. Sebelum masuk ke treatment utama, dilakukan pre-treatment dengan memisahkan limbah pekat dan encer pada industri batik guna mengurangi beban pengolahan. Kemudian pemberian bahan reduksi untuk parameter logam berat seperti karbon aktif (adsorpsi) dalam mereduksi logam berat. Selain itu alternatif lain dengan fitoremediasi menggunakan tanaman maupun pepohonan dalam menghilangkan atau mengurangi bahan pencemar organik maupun anorganik. Metode fitoremediasi dengan enceng gondok, kayu apung, dan pulpa kopi merupakan metode sederhana dan alami dalam mengolah limbah batik skala kecil dan menengah sesuai dengan kondisi industri batik di Yogyakarta.

4.8 Penerapan Konsep 4R pada Industri Batik

Menurut Kementerian Perindustrian (2013) Penerapan green industri merupakan salah satu upaya efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian lingkungan. Penerapan green industri dengan mengaplikasikan 4R yaitu *Reduce* (mengurangi limbah pada sumbernya), *Reuse* (penggunaan kembali limbah), dan *Recycle* (daur ulang limbah) dan *Recovery* (pemisahan bahan energi dari suatu limbah).

Dari segi industri batik konsep ini dapat diterapkan dan diaplikasikan konsep 4R. Pertama, *Reduce* atau mengurangi limbah pada sumbernya. Pada industri batik limbah cair yang dihasilkan dari proses pewarnaan dan penambahan penguat pada produksi batik, dalam hal ini takaran dan

komposisi yang baik pada penambahan pewarna dan penambah penguat dapat mengurangi beban pencemar yang menjadi limbah cair. Kemudian dengan Reuse atau penggunaan kembali limbah yang dihasilkan pada industri batik, seperti limbah cair bekas pewarna dapat digunakan berulang kali sampai benar-benar tidak dapat digunakan kembali sehingga dapat mengurangi effluent yang terbuang di badan air. Kemudian dengan Recycle atau mendaur ulang limbah, pada industri batik contohnya dengan limbah pewarna alami berupa bahan baku berupa kulit kayu atau buah dapat dijadikan kompos sehingga kompos dapat digunakan sebagai media proses bioremediasi pada pengolahan logam berat pada tanah yang tercemar. Kemudian recovery atau memisahkan bahan dan energi yang ada pada limbah, contohnya untuk industri batik yang menghasilkan limbah cair dapat dilakukan pemulihan air dengan cakupan besar dengan teknologi reverse osmosis maupun cakupan kecil seperti penguapan sehingga air dapat digunakan kembali sebagai bahan baku dalam melakukan proses produksi. Dengan hal ini dapat mengurangi beban pencemar yang masuk kedalam badan air maupun lingkungan sekitarnya dan memberikan manfaat nyata bagi sektor industri dalam menjaga kualitas lingkungan.