

## Identifikasi Sumber Pencemaran Permukaan Air Sungai Cidurian Menggunakan Analisis Multivariat

Hartadi Wijaya<sup>1</sup>, Faula Arina<sup>2</sup>, Putro Ferro Ferdinant<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
wijayahartadi@gmail.com<sup>1</sup>, faulaarina@yahoo.com<sup>2</sup>, putro.ferro@ft-untirta.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan industri, pencemaran air sungai menjadi masalah yang dihadapi oleh manusia. Meskipun udara, tanah, dan air tidak terlepas dari masalah pencemaran, tidak dapat dipungkiri bahwa lingkungan yang paling terancam dewasa ini adalah perairan terutama sungai karena air sungai merupakan kebutuhan utama industri dan rumah tangga yang pada akhirnya dilepaskan ke lingkungan bersama-sama dengan berbagai jenis polutan yang terkandung didalamnya. Sungai Cidurian terletak di kampung Bawen Kabupaten Serang digunakan untuk peternakan, industri dan pertanian. Pencemaran sungai Cidurian karena limbah rumah tangga, pertanian serta industri. Tujuan penelitian ini menentukan faktor dominan pencemaran, mengelompokkan sampel air dan mengidentifikasi sumber pencemaran air sungai Cidurian. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Serang tahun 2008-2012, 100 sampel air permukaan sungai dengan 12 parameter kualitas air yaitu: temperatur, TDS, TSS, pH, BOD, COD, DO, nitrat, nitrit, krom, tembaga, dan besi. Pengolahan data menggunakan metode analisis faktor, metode analisis klaster dan metode analisis diskriminan. Hasil akhir penelitian ini adalah faktor dominan yang mempengaruhi polusi air yaitu limbah rumah tangga, ada 3 klaster yang terbentuk yaitu limbah rumah tangga, pertanian dan industri, dan identifikasi sumber pencemaran air sungai ada dua fungsi diskriminan.*

**Kata kunci :** Analisis faktor, analisis klaster, analisis diskriminan, Sungai Cidurian.

### PENDAHULUAN

Seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan berbagai industri, maka pencemaran air sungai telah menjadi masalah serius yang dihadapi oleh manusia. Meskipun udara, tanah, dan air tidak terlepas dari masalah pencemaran, tidak dapat dipungkiri bahwa lingkungan yang paling terancam dewasa ini adalah lingkungan perairan terutama sungai karena air sungai merupakan kebutuhan utama industri dan rumah tangga yang pada akhirnya sebagian besar air yang telah digunakan oleh industri dan rumah tangga akan dilepaskan ke lingkungan bersama-sama dengan berbagai jenis polutan yang terkandung didalamnya. Air dikatakan tercemar apabila air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air yang keadaan normal akibat terkontaminasi oleh material atau partikel, dan bukan dari proses pemurnian.

Untuk menjaga atau mencapai kualitas air sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan, maka perlu upaya pelestarian dan pengendalian. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi alamiah. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu dengan upaya memelihara fungsi air sehingga kualitas air memenuhi baku mutu.

Sungai Cidurian terletak di kampung Bawen Kabupaten Serang, sungai ini digunakan oleh sebagian masyarakat untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, industri dan pertanian. Pencemaran di Sungai Cidurian terjadi karena pencemaran limbah rumah tangga, limbah industri serta pencemaran limbah pertanian.

Penelitian yang sebelumnya oleh Mustapha (2011), menggunakan analisis multivariat dengan objek penelitian pada permukaan air Sungai Jakara untuk mengidentifikasi sumber polusi air Sungai Jakara. Lalu penelitian yang dilakukan oleh Kowalkowski dan Zbytniewski (2006), analisis multivariat dalam pengklasifikasian air sungai dengan objek penelitian adalah Sungai Res.

Pada penelitian kali ini, dilakukan penelitian menggunakan analisis multivariat dengan objek penelitian pada permukaan air Sungai Cidurian untuk mengidentifikasi sumber polusi air Sungai Cidurian.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan faktor dominan pencemaran, mengelompokkan sampel air dan mengidentifikasi sumber pencemaran air sungai Cidurian

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kabupaten Serang dengan 100 sampel permukaan air yang dikumpulkan, yaitu 50 sampel di sepanjang kampung Bawen dan 50 sampel di jembatan Cikande setelah PT.Shinta Woosung. Menurut Kumar (1999) penggunaan sampel yang besar dalam penelitian dianggap akan menghasilkan perhitungan statistik yang lebih akurat daripada sampel dalam jumlah kecil. Kerlinger dan Lee (2000) menyarankan sebanyak 30 sampel sebagai jumlah minimal sampel dalam penelitian kuantitatif.

Pengumpulan data yang digunakan adalah data sekunder, merupakan data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau diagram-diagram. Data sekunder dalam penelitian ini berupa laporan hasil uji 12 variabel parameter kualitas air sungai Cidurian tahun 2008 – 2012 dengan 100 sampel air dari 50 sampel air permukaan sungai di sepanjang kampung Bawen dan 50 sampel air permukaan di jembatan Cikande setelah PT. Shinta Woosung. Titik sampel pertama di kampung Bawen karena daerah yang untuk pengambilan sampel air sungainya sebelum adanya kegiatan industri. Titik sampel ke dua di jembatan Cikande setelah PT.Shinta Woosung untuk mendapatkan sampel air sungai setelah adanya kegiatan industri.

Sifat-sifat air yang umum diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Serang terdapat 12 variabel bebas/independen (X). Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi. Berdasarkan jenis datanya 12 variabel bebas/independen ini termasuk jenis data metrik (quantitative) dimana pengukuran dilakukan sehingga dapat diketahui perbedaannya dalam jumlah atau derajat. Variabel yang diukur menggunakan skala Interval dan Ratio. yang merupakan variabel metric. Variabel independen pada penelitian ini yaitu: Temperatur (X1) adalah tingkat panas atau dingin suatu benda atau lingkungan yang menyebabkan molekul - molekul disekitarnya turut bereaksi, TDS (X2) merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air, TSS (X3) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya, pH (power of hydrogen) (X4) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan, BOD (Biochemical Oxygen Demand) (X5) adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobic, COD (Chemical Oxygen Demand) (X6) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air, DO

(Dissolved Oxygen) (X7) adalah oksigen terlarut yang sangat penting karena dibutuhkan oleh organisme perairan dan sangat mempengaruhi kehidupan organisme baik langsung maupun tidak langsung, Nitrat (X8) adalah bentuk nitrogen utama dalam perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan alga, Nitrit (X9) merupakan salah satu ion nitrogen anorganik dalam air, Krom (X10) adalah elemen yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah di batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas, Tembaga (X11) merupakan jenis logam yang dapat menghantarkan listrik dan panas yang baik, Besi terlarut (X12) adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari.

Untuk melihat 12 variabel masuk dalam skala pengukuran interval atau ratio dapat dilihat dalam Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1. Variabel penelitian**

VARIABEL	SUB VARIABEL	SATUAN	DATA (METRIK)
Variabel Independen (X)	Temperatur (X1)	°C	Interval
	TDS (X2)	Mg/L	Ratio
	TSS (X3)	Mg/L	Ratio
	pH (X4)	-	Ratio
	BOD (X5)	Mg/L	Ratio
	COD (X6)	Mg/L	Ratio
	DO (X7)	Mg/L	Ratio
	Nitrat (X8)	Mg/L	Ratio
	Nitrit (X9)	Mg/L	Ratio
	Krom (X10)	Mg/L	Ratio
	Tembaga (X11)	Mg/L	Ratio
	Besi (X12)	Mg/L	Ratio

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul selanjutnya pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan perhitungan dengan IBM SPSS statistics 19. Pengolahan data dan analisis data berdasarkan tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi faktor dominan yang mempengaruhi permukaan air Sungai Cidurian menggunakan analisis komponen utama (PCA = Principle Component Analysis) yaitu suatu teknik analisis faktor di mana beberapa faktor yang akan terbentuk berupa variabel laten atau variabel bentukan yang belum dapat ditentukan sebelum analisis dilakukan. Data yang dikumpulkan berupa 12 variabel parameter kualitas air sungai Cidurian. Analisis faktor dilakukan dengan 4 langkah. Langkah pertama adalah pengujian kelayakan analisis, yaitu untuk menunjukkan apakah analisis faktor merupakan metode yang tepat dalam kasus ini. Untuk langkah ini, menggunakan uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap koefisien korelasi tiap variabel untuk mengetahui mana yang dapat diproses lebih lanjut

dan mana yang harus dikeluarkan menggunakan Measures of Sampling Adequacy (MSA). Setelah dilakukan penyaringan variabel sehingga didapatkan variabel-variabel yang layak untuk dianalisis, langkah selanjutnya adalah melakukan factoring dan rotasi faktor. Factoring adalah ekstraksi terhadap sekumpulan variabel yang ada sehingga terbentuk satu atau lebih faktor, dimana metode ekstraksi yang paling populer adalah dengan menggunakan Principal Component Analysis. Namun setelah satu atau lebih faktor yang terbentuk, dengan sebuah faktor berisi sejumlah variabel, mungkin saja sebuah variabel akan sulit untuk ditentukan akan masuk kedalam faktor yang mana. Karena itulah kita dapat melakukan proses rotasi untuk memperjelas letak suatu variabel didalam kelompok faktor yang terbentuk tadi. Metode rotasi yang paling banyak digunakan adalah dengan menggunakan Varimax. Langkah selanjutnya menginterpretasi atas faktor yang telah terbentuk, khususnya member nama atas faktor yang telah terbentuk, yang dianggap bisa mewakili variabel-variabel anggota faktor tersebut.

Membentuk kelompok dari sampel air sungai Cidurian berdasarkan karakteristiknya menggunakan analisis kluster dengan metode hierarki. Dalam metode ini jumlah kelompok yang akan diperoleh belum diketahui. Langkah analisis kluster dengan melakukan pengelompokan variabel secara hierarki, cara hierarki berarti pengelompokan dilakukan secara bertingkat, satu demi satu, atau dari terbentuknya kluster yang banyak, pelan-pelan jumlah kluster berkurang hingga akhirnya semua menjadi satu kluster saja. Dalam penentuan jarak menggunakan metode Single Linkage yaitu proses pengklusteran yang didasarkan pada jarak terdekat antar objeknya. Jika dua objek terpisah oleh jarak yang pendek, maka kedua objek tersebut akan digabung menjadi satu kluster dan demikian seterusnya.

Langkah-langkah yang digunakan berdasarkan tujuan penelitian yang kedua ini adalah menstandarisasi data, perlu diperhatikan apakah data yang kita miliki mempunyai perbedaan yang besar pada nilai satuannya. Contohnya adalah apabila variabel penghasilan seseorang mempunyai satuan juta-an, sedangkan variabel umur seseorang satuannya hanyalah puluhan. Hal ini akan membuat perhitungan-perhitungan yang dilakukan SPSS, seperti distance between group akan mempunyai selisih yang besar sehingga bisa membawa kita pada konklusi yang salah. Oleh karena itu perlu dilakukan konversi data menjadi nilai standarnya atau Z-Score. Langkah selanjutnya mengukur kesamaan antar obyek (similarity). Sesuai dengan prinsip dasar kluster yang mengelompokkan obyek yang mempunyai kemiripan, maka proses pertama adalah mengukur seberapa jauh kesamaan antar obyek.

Setelah itu membuat kluster, yang dilakukan dengan metode Hierarchical, metode ini memulai pengelompokan dengan dua atau lebih obyek yang mempunyai kesamaan paling dekat. Kemudian proses diteruskan ke obyek lain yang mempunyai kedekatan kedua. Demikian seterusnya sehingga kluster akan

membentuk semacam “pohon” dimana ada hierarki (tingkatan) yang jelas antar obyek, dari yang paling mirip sampai paling tidak mirip. Secara logika semua obyek pada akhirnya hanya akan membentuk sebuah kluster. Langkah terakhir pada analisis kluster adalah interpretasi dan pemberian nama. Setelah kluster terbentuk, langkah selanjutnya yang perlu kita lakukan adalah melakukan interpretasi pada kluster-kluster baru yang terbentuk itu dan member nama yang menggambarkan karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing kluster tersebut.

Mengidentifikasi sumber pencemaran permukaan air Sungai Cidurian menggunakan analisis diskriminan dengan Stepwise Method. Metode ini memasukkan variabel independen ke dalam fungsi diskriminan satu per satu berdasarkan pada kemampuan variabel independen mendiskriminasi variabel dependen (discriminating power). Pada proses ini, tentu ada variabel yang tetap ada pada fungsi diskriminan, dan ada kemungkinan satu atau lebih variabel independen yang “dibuang” dari fungsi diskriminan. Data yang didapatkan berdasarkan hasil pengelompokan dari analisis kluster.

Langkah analisis diskriminan yaitu memisahkan variabel ke dalam variabel dependent dan variabel independent, menganalisis tabel Analysis Case Processing Summary, tabel yang menyatakan bahwa responden (jumlah kasus atau baris SPSS) semuanya valid untuk dip roses. Dapat mengetahui data yang hilang (missing), menganalisis tabel Group Statistics, tabel yang menunjukkan jumlah variabel bebas yang merupakan limbah rumah tangga, pertanian atau industri, menganalisis tabel Test of Equality Group Means, tabel yang menunjukkan apakah terdapat perbedaan yang signifikan untuk tiga grup diskriminan dengan berdasar uji F. menentukan variabel mana yang dapat dimasukkan (entered) dalam persamaan diskriminan, mengindikasikan perbedaan yang signifikan (nyata) antara ketiga grup dalam model diskriminan berdasar angka Chi-Square. menentukan besarnya kontribusi setiap variabel untuk membentuk fungsi diskriminan, menginterpretasi dari pengelompokan variabel ke dalam satu atau lebih faktor dengan melihat tabel eigenvalue, mengelompokkan ketiga grup dalam function 1 atau function 2, menganalisis tabel Classification Result, menunjukkan angka ketepatan prediksi dari model diskriminan. Pada umumnya ketepatan di atas 50% di anggap memadai atau valid.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui pengaruh limbah industri, rumah tangga dan pertanian terhadap kualitas air sungai, maka perlu diketahui tiap-tiap parameter yang mempengaruhi kualitas air sungai Cidurian. Sifat-sifat air yang umum diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Serang adalah sebagai berikut.

**Tabel 2. Parameter kualitas air bersih**

No	Variabel	Satuan
1	Temperatur	°C
2	TDS (zat padat terlarut)	Mg/L
3	TSS (zat padat tersuspensi)	Mg/L
4	pH	-
5	BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> )	Mg/L
6	COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> )	Mg/L
7	DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )	Mg/L
8	Nitrat	Mg/L
9	Nitrit	Mg/L
10	Krom	Mg/L
11	Tembaga	Mg/L
12	Besi Terlarut	Mg/L

Berdasarkan pengolahan data menggunakan analisis faktor, analisis klaster dan analisis diskriminan, software yang digunakan adalah IBM SPSS Statistics 19 maka diperoleh analisa yaitu faktor dominan yang mempengaruhi permukaan air sungai Cidurian dapat diketahui dengan menggunakan analisis faktor. Analisis faktor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode analisis komponen utama (PCA = Principle Component Analysis) yaitu suatu teknik analisis faktor di mana beberapa faktor yang akan terbentuk berupa variabel laten atau variabel bentukan yang belum dapat ditentukan sebelum analisis dilakukan. Analisis faktor dilakukan dengan 4 langkah. Langkah pertama adalah pengujian kelayakan analisis, yaitu untuk menunjukkan apakah analisis faktor merupakan metode yang tepat dalam kasus ini. Untuk langkah ini, menggunakan uji Kaiser Meyer Olkin (KMO) pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3. KMO and bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.588
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	446.725
	Df	66
	Sig.	.000

Didapatkan hasil Kaiser Meyer Olkin (KMO) yaitu 0.588 artinya analisis faktor dapat digunakan dalam penelitian ini karena nilai KMO lebih dari 0.5.

Barlett Test merupakan test statistik untuk menguji apakah betul variabel-variabel yang dilibatkan berkorelasi. Nilai Barlett Test didekati dengan nilai chi square. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui nilai chi square adalah 446.725 dengan besar signifikan 0,000 artinya dapat dipercaya 100% bahwa antar variabel terdapat korelasi.

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap koefisien korelasi tiap variabel untuk mengetahui mana yang dapat diproses lebih lanjut dan mana yang harus dikeluarkan menggunakan Measures of Sampling Adequacy (MSA).

Karena Nilai Measures of Sampling Adequacy (MSA) memiliki syarat tidak boleh di bawah 0.5, terdapat 11 variabel mempunyai nilai MSA memenuhi syarat karena bernilai diatas 0,5, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antar variabel sangat erat dengan demikian 10 variabel akan diolah. Pengolahan yang dimaksud adalah mereduksi 10 atribut tersebut menjadi beberapa faktor.

Berdasarkan Tabel 4, hasil eigenvalue menunjukkan bahwa 10 variabel yang ada akan membentuk 3 faktor yang mempengaruhi pencemaran air sungai Cidurian yaitu limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah industri.

**Tabel 4. Total variance explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.93	29.29	29.29	2.93	29.29	29.29	2.44	24.41	24.41
2	2.39	23.98	53.27	2.39	23.98	53.27	2.20	22.03	46.44
3	1.11	11.10	64.37	1.11	11.10	64.37	1.79	17.93	64.37
4	.93	9.37	73.75						
5	.90	9.03	82.79						
6	.59	5.94	88.73						
7	.42	4.26	92.99						
8	.33	3.37	96.37						
9	.24	2.45	98.82						
10	.11	1.17	100						

Tabel 5. *Rotated Component Matrix* memperlihatkan distribusi variabel yang lebih jelas dan nyata.

**Tabel 5. Rotated Component Matrix**

	Component		
	1	2	3
Temperatur	-.248	.009	.811
TSS	.720	-.088	.080
pH	-.403	.314	.464
BOD	.740	-.080	-.308
COD	.899	.101	-.010
DO	-.265	.654	.281
NITRAT	-.014	-.796	-.277
NITRIT	.295	.796	.184
KROM	-.130	.540	-.208
BESI	.412	.305	.764

Terlihat bahwa sekarang factor loadings yang dulunya kecil semakin diperkecil, dan factor loading yang besar semakin diperbesar. faktor satu (limbah rumah tangga) dipengaruhi oleh parameter TSS, BOD dan COD. Dengan demikian, kesepuluh variabel telah direduksi menjadi hanya terdiri atas tiga faktor yaitu: faktor 1 terdiri atas variabel TSS, BOD dan COD, faktor 2 terdiri atas variabel DO, nitrat, nitrit dan krom, faktor 3 terdiri atas variabel besi, pH dan temperatur.

Setelah dilakukan analisis faktor dengan menggunakan rotasi, maka dapat diinterpretasikan pada Tabel 6 di bawah ini.

**Tabel 6. Interpretasi Faktor**

Faktor	Interpretasi	Factor Loading	Variabel	Eigen value	Variance (%)
Faktor 1	Limbah Rumah Tangga	0.720	TSS	2.930	29.296
		0.740	BOD		
		0.899	COD		
Faktor 2	Limbah Pertanian	0.654	DO	2.398	23.981
		-0.796	Nitrat		
		0.796	Nitrit		
		0.540	Krom		
Faktor 3	Limbah Industri	0.764	Besi	1.110	11.101
		0.464	pH		
		0.811	Temp eratur		
Total %kumulatif					64.378

Berdasarkan Tabel 6, Faktor satu terdapat parameter TSS, BOD dan COD merupakan hal – hal yang berkaitan dengan limbah rumah tangga. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003, baku mutu limbah rumah tangga yaitu BOD5, COD, TSS, pH, nitrit, Deterjen, dimana COD paling dominan sebagai parameter adanya limbah rumah tangga dengan faktor loading COD (0.899).

Faktor kedua terdapat parameter DO, nitrat, nitrit dan krom. Faktor kedua diberi nama limbah pertanian, dimana nitrat dan nitrit sebagai parameter adanya limbah pertanian dengan faktor loading nitrat dan nitrit (0.796) Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003, limbah pertanian yang berasal dari pupuk maupun pestisida parameternya adalah BOD, COD, TSS, pH, fenol, tembaga dan krom. Pupuk yang di gunakan untuk pertanian mengandung senyawa ammonia dan unsur nitrogen yang larut dalam air. Semua zat ber-nitrogen akan teroksidasi menjadi nitrat (NO3-).

Faktor ketiga memiliki variabel yaitu besi, pH dan temperatur. Faktor ketiga di beri nama limbah industri. Pada sepanjang air sungai Cidurian terdapat kegiatan industri berupa tekstil dan penyamakan kulit. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003, baku mutu untuk jenis kegiatan pada industri penyamakan kulit dan tekstil adalah BOD, COD, TSS, sulfida, krom dan pH. Parameter kunci pada faktor ketiga yang paling menentukan adalah temperatur (0.811).

Untuk mengelompokkan dari 100 sampel air sungai Cidurian dengan menggunakan analisis kluster. Pada penelitian ini, metode yang digunakan analisis kluster yaitu metode hierarki. Dalam metode ini jumlah kelompok yang akan diperoleh belum diketahui. Langkah analisis kluster dengan melakukan pengelompokan variabel secara hierarki, cara hierarki berarti pengelompokan dilakukan secara bertingkat, satu demi satu, atau dari terbentuknya kluster yang banyak, pelan-pelan jumlah kluster berkurang hingga akhirnya semua menjadi satu kluster saja. Cara pembuatan kluster yang dimulai dari dua atau lebih

variabel yang paling mirip membentuk satu cluter, kemudian kluster memasukkan lagi satu variabel yang paling mirip, dinamakan dengan Agglomerasi. Dendogram yang merupakan output dari analisa kluster dapat dilihat bahwa kluster yang paling baik jumlahnya adalah 3 kluster. Dalam penentuan jarak menggunakan metode Single Linkage yaitu proses pengklasteran yang didasarkan pada jarak terdekat antar objeknya. Apabila akan dibentuk 3 kluster, maka kluster 2 beranggotakan sampel 2 dan sampel 36. Kluster 3 beranggotakan sampel 59 dan sampel 61. Kluster 1 beranggotakan 96 sampel. Dari data yang telah dikelompokkan memiliki karakteristik yang sama dan latar belakang jenis sumber polusi yang sama. Jumlah kluster 1 sebanyak 96 sampel. Kluster 1 merupakan limbah rumah tangga. Kluster 2 terdiri dari sampel 2 dan 36, yang merupakan limbah pertanian, hal ini berdasarkan faktor yang paling kuat yaitu nitrat. Kluster 3 terdiri dari sampel 59 dan 61, yang merupakan limbah industri.

Mengidentifikasi sumber pencemaran permukaan air sungai Cidurian dengan menggunakan analisis diskriminan dengan Stepwise Method. Metode ini memasukkan variabel independen ke dalam fungsi diskriminan satu per satu berdasarkan pada kemampuan variabel independen mendiskriminasikan variabel dependen (discriminating power). Pada proses ini, tentu ada variabel yang tetap ada pada fungsi diskriminan, dan ada kemungkinan satu atau lebih variabel independen yang “dibuang” dari fungsi diskriminan. Data yang didapatkan berdasarkan hasil pengelompokan dari analisis kluster. Langkah pertama dalam analisis diskriminan adalah menyatakan bahwa sampel semuanya valid (sah) untuk di proses dengan Analysis Case Processing Summary. Analysis Case Processing Summary dapat mengetahui data yang hilang (missing). Berdasarkan Tabel 7. Analysis Case Processing Summary, diketahui bahwa 100 data yang di proses termasuk data valid dan tidak terdapat data yang hilang (missing values). menguji apakah ada perbedaan yang signifikan antar grup untuk setiap variabel.

**Tabel 7. Analysis Case Processing Summary**

Unweighted Cases		N	Percent
Valid		100	100.0
Excluded	Missing or out-of-range group codes	0	.0
	At least one missing discriminating variable	0	.0
	Both missing or out-of-range group codes and at least one missing discriminating variable	0	.0
	Total	0	.0
Total		100	100.0

Langkah selanjutnya adalah pembentukan model diskriminan. Model diskriminan dibentuk dengan menggunakan metode stepwise dimana Mahalanobis Distance menjadi kriteria discriminating power dari masing-masing variabel independen.

Berdasarkan Tabel 8, ada 96 titik sampel termasuk limbah rumah tangga, 2 titik sampel termasuk limbah pertanian, dan 2 titik sampel termasuk limbah industri. Jumlah keseluruhan titik sampel adalah 100 sampel.

**Tabel 8. Classification Results**

KODE			Predicted Group Membership			Total
			rumah tangga	Pertanian	industri	
Ori gina l	Cou nt	rumah tangga	96	0	0	96
		Pertanian	0	2	0	2
		Industri	0	0	2	2
	%	rumah tangga	100	.0	.0	100
		Pertanian	.0	100	.0	100
		Industri	.0	.0	100	100
Cro ss- vali date d <sup>a</sup>	Cou nt	rumah tangga	96	0	0	96
		Pertanian	0	2	0	2
		Industri	0	0	2	2
	%	rumah tangga	100	.0	.0	100
		Pertanian	.0	100	.0	100
		Industri	.0	.0	100	100

a. Cross validation is done only for those cases in the analysis.  
 In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.  
 b. 100.0% of original grouped cases correctly classified.  
 c. 100.0% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Analisis diskriminan dilakukan untuk mengetahui apakah dari 8 parameter, yaitu TDS, TSS, pH, BOD, COD, DO, krom, dan besi, dapat membedakan antara kelompok limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah industri. Antara kelompok dan 8 variabel pembeda tersebut kemudian dibuat suatu hubungan fungsional yang disebut dengan fungsi pembeda (fungsi diskriminan). Dari Tabel 9. Structure Matrix, dibawah ini kita dapatkan koefisien angka penyusun fungsi diskriminan.

**Tabel 9. Structure Matrix**

	Function	
	1	2
KROM	-.655*	-.093
NITRIT <sup>a</sup>	.104*	-.068
Temperatur <sup>a</sup>	-.101*	-.002
TDS	-.035*	.024
BOD	.000	.307*
NITRAT <sup>a</sup>	.064	.208*
pH	.003	-.203*
TEMBAGA <sup>a</sup>	.091	-.167*
BESI	.013	-.107*
COD	.007	-.039*
DO	.008	-.032*
TSS	.013	-.024*

Fungsi diskriminan 1 (pada kolom *function 1*) :  
 $D1 = -7.310 + 0.005 TDS + 0.001 TSS + 0.877 pH + 0.001 BOD + -0.001 COD + 0.343 DO - 38.018 krom + 0.218 besi.$

Fungsi diskriminan 2 (pada kolom *function 2*) :  
 $D2 = 2.935 + 0.001 TDS + 0.002 TSS - 0.760 pH + 0.189 BOD - 0.078 COD + 0.189 DO - 0.379 krom + 0.444 besi.$

Sehingga sumber pencemaran permukaan air sungai Cidurian dapat diidentifikasi dengan memasukkan 8 parameter kedalam fungsi diskriminan. Fungsi diskriminan satu (D1) untuk memilih mana yang masuk ke dalam limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Fungsi diskriminan dua (D2) untuk memilih mana yang masuk kedalam limbah pertanian dan limbah industri.

**KESIMPULAN**

Kesimpulan yang di dapatkan dari hasil penelitian adalah faktor dominan yang mempengaruhi polusi air sungai Cidurian yaitu limbah rumah tangga dengan parameter pembentuknya adalah TSS (Total Suspended Solid), BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand), ada 3 kelompok yang terbentuk dengan menggunakan analisis kluster yaitu limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah industri. Fungsi D1 untuk memilih mana yang masuk ke dalam limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Fungsi D2 untuk memilih mana yang masuk ke dalam limbah pertanian dan limbah industri.

**DAFTAR PUSTAKA**

Hair J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., dan Black, W.C. 2010. *Multivariate Data Analysis*. 7th Edition. Pearson Education Prentice Hall, Inc.

Johnson, N dan Wichern, D. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 5th Edition. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Clidds.

Kowalkowski, T., Zbytniewski, R., Szejna, J., dan Buszewski, B., 2006. Application of chemometrics in river water classification, *Water Res.* 40: 744-752.

Mustapha, A dan Aris, A.Z. 2011. Spatial Aspect of Surface Water Quality Using Chemometric Analysis, *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, Volume 6, number 4: 411-426.

Nasution, M.I. 2008. *Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir*. From <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/14242/1/09E00091.pdf>. diakses tanggal 22 Mei 2010.

Oram, B. 2010. *Total Dissolved Solids*. From <http://www.water-research.net/totaldissolvedsolids.htm>, diakses tanggal 21 Mei 2010.

Raini. 2004. Kualitas Fisik dan Kimia Air PAM di Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi Tahun 1999–2001, *Media Litbang Kesehatan*, Volume XIV Nomor 3.

Rencher, A.C. 2002. *Methods of Multivariate Analysis*, Second edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Santoso, S dan Tjiptono, F. 2001. *Riset Pemasaran Konsep dan Aplikasi Dengan SPSS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.