

Analisis K-Means Cluster untuk Identifikasi Kawasan Pengelolaan Sampah di Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Selatan

K-Means Cluster Analysis for Identifying Waste Management Zone at Tapin District South Kalimantan Province

Riry Magriaty^{1*}, Kukuh Murtilaksono², & Syaiful Anwar²

¹Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan, Indonesia*; ²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia; *Penulis Korespondensi. *e-mail*: rieriepw118@gmail.com
(Diterima: 16 Maret 2022; Disetujui: 27 Juni 2022)

ABSTRACT

Population growth of Tapin Regency is projected to grow until it reaches more than 200,000 in 2025. In current conditions, the government can only manage a small amount of solid waste in certain urban settlement areas. Limited service coverage of waste management systems causing a serious threat for environmental quality. The research was intended to determine and identify zone for planning and developing the waste management system in a larger scale area to improve waste management services in Tapin Regency. The research methods using PCA (principal component analysis) then K-Means cluster to obtain waste management zone in that area. The results have shown that waste management zones can be classified into 3 types zone. Zone type 1 consisted of 25 villages located in a urban area that has the highest vulnerability of solid waste generation. Zone type 2 consisted of 36 villages and located relatively close to the rural-urban area which has the highest population growth rate. Zone type 3 consisted of 36 villages located very far from the urban area which has the lowest vulnerability of solid waste generation. Zone type 1 and 2 were determined as priority clusters for developing waste management services which have 73.3% coverage of all area. Waste management systems coverage in zone type 3 implemented by the addition of community participation programs.

Keywords: K-Means Cluster, Principal Component Analysis, Waste Management Zone

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk Kabupaten Tapin diproyeksikan akan terus bertambah hingga mencapai lebih dari 200,000 jiwa pada tahun 2025. Pertambahan penduduk berpengaruh terhadap peningkatan timbulan sampah domestik. Dalam kondisi aktual, pemerintah hanya dapat mengelola sejumlah kecil limbah domestik di daerah pemukiman perkotaan tertentu. Cakupan layanan sistem pengelolaan limbah yang terbatas menyebabkan ancaman serius terhadap kualitas lingkungan. Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan dan mengidentifikasi perencanaan kawasan untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah pada cakupan yang lebih luas, sehingga layanan pengelolaan sampah dapat ditingkatkan. Metode penelitian yang digunakan adalah PCA (*principal component analysis*) dan *K-Means cluster* untuk mendapatkan zona pengelolaan sampah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona pengelolaan sampah dapat diklasifikasikan ke dalam 3 jenis zona. Zona tipe 1 terdiri dari 25 desa yang terletak di daerah perkotaan yang memiliki timbulan sampah dengan kerentanan tertinggi. Zona tipe 2 terdiri dari 36 desa dan terletak relatif dekat dengan daerah pedesaan-perkotaan yang memiliki tingkat pertumbuhan penduduk tertinggi. Zona tipe 3 terdiri dari 36 desa yang terletak sangat jauh dari daerah perkotaan yang memiliki timbulan sampah

dengan kerentanan terendah. Pengembangan zona pengelolaan persampahan di Kabupaten Tapin akan dilakukan pada kawasan prioritas yaitu Zona Tipe 1 dan Tipe 2 dengan cakupan 73.33% dari seluruh desa/kelurahan yang ada di Kabupaten Tapin untuk perluasan cakupan pelayanan. Pengelolaan sampah secara mandiri oleh masyarakat dilakukan pada Zona Tipe 3 yang memiliki cakupan 26.67% dari wilayah di Kabupaten Tapin.

Kata kunci: *K Means Cluster Analysis, Principal Component Analysis, Zona Pengelolaan Sampah*

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah masih menjadi isu lingkungan berbagai negara di dunia hingga saat ini. Permasalahan pengelolaan sampah ini dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, urbanisasi, industrialisasi dan pertumbuhan ekonomi di suatu negara (Prajati *et al.*, 2015). Indonesia menjadi negara yang mempunyai permasalahan sampah yang cukup kompleks sebagai akibat dari banyaknya jumlah penduduk (Widyarsana & Zafira, 2015). Kementerian Lingkungan Hidup mencatat bahwa jumlah timbulan sampah di Indonesia pada Tahun 2020 mencapai 26.6 juta ton dengan capaian sampah terkelola 79.9% dan sampah yang tidak terkelola 20.1% (KemenLHK, 2022).

Pertumbuhan penduduk adalah faktor yang paling signifikan mempengaruhi volume timbulan sampah di Indonesia. Wahyono (2014) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara timbulan sampah dengan faktor demografi dan kondisi sosio ekonomi masyarakat. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah sampah yang ditimbulkan dalam suatu wilayah yang meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pendapatan perkapita di suatu negara.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tapin pada tahun 2017 mencatat laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Tapin mencapai 1.34% per tahun. Jumlah penduduk pada kondisi aktual sebanyak 186,672 jiwa. Pertumbuhan penduduk Kabupaten Tapin diproyeksikan akan terus bertambah hingga mencapai lebih dari 200,000 jiwa pada tahun 2025 (BPS Kab Tapin, 2018).

Luas wilayah Kabupaten Tapin mencapai 2,174.95 km², kabupaten ini memiliki 12 kecamatan, 126 desa dan 9 kelurahan dimana

daerahnya didominasi oleh kawasan perdesaan. Tipologi pemukiman perkotaan sebagian besar berada di tepian Sungai Tapin. Hal ini tentunya akan berpotensi dalam pencemaran air sungai sebagai akibat dari pembuangan sampah dari aktivitas penduduk.

Laju pertumbuhan penduduk dan luasnya wilayah yang belum terlayani menimbulkan potensi pencemaran. Indeks Kualitas Air (IKA) di Kabupaten Tapin pada Tahun 2021 mencapai 52.80 atau mengalami penurunan 4.98 poin dibanding Tahun 2020 (DLH Kab Tapin, 2021). Nilai indeks ini menunjukkan kualitas air tercemar sedang. Hal ini dikarenakan perilaku masyarakat yang membuang sampah di sungai atau di areal lain berdampak buruk pada lingkungan.

Sejak ditetapkannya Peraturan Daerah Nomor 06 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Sampah, hingga kini Kabupaten Tapin hanya mampu melakukan pengelolaan timbulan sampah. Pada tahun 2017 armada pengangkutan sampah domestik hanya dapat melayani penduduk pada kawasan perkotaan di 3 kecamatan yaitu Kecamatan Tapin Utara, Kecamatan Tapin Selatan dan Kecamatan Binuang pada area pemukiman tertentu. Dengan demikian terdapat 9 kecamatan di Kabupaten Tapin masih belum terjangkau armada pengangkutan sampah.

Data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Tapin pada tahun 2021 menunjukkan cakupan pelayanan sampah meningkat menjadi 66.67% (DLH Kab Tapin, 2021). Dalam kondisi aktual, area yang terlayani meliputi 8 dari 12 kecamatan yang ada yaitu Kecamatan Tapin Utara, Binuang Lokpaikat, Tapin Selatan, Tapin Tengah, Bungur, Salam Babaris dan Hatungun. Pelayanan ini terkendala dari kurangnya armada angkutan sampah dan belum terbentuknya unit

pengelolaan sampah di tingkat desa sehingga diperlukan perencanaan dalam mengidentifikasi pembentukan kelompok pengelola sampah.

Penelitian Magriaty *et al.* (2020) menjelaskan bahwa Kabupaten Tapin telah menerapkan aspek dasar pengelolaan sampah secara umum telah selaras dan diatur di dalam Peraturan Daerah Nomor 06 Tahun 2015 sebagai regulasi turunan dari Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 yang menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan di daerah dan implementasi dalam penyelenggaraan pengelolaan sampah di Kabupaten Tapin.

Pemerintah Kabupaten Tapin telah melaksanakan penanganan sampah yang dilakukan dengan sistem pelayanan individual secara langsung dan komunal pada kawasan perkotaan dengan tingkat pelayanan sebesar 27.2% atau 25.4 ton/hari dari 93.3 ton/hari sampah yang dihasilkan. Upaya pengurangan sampah dengan penyediaan fasilitas pendukung berupa tempat pengolahan sampah-*reduce, reuse, recycle* (TPS3R) dan bank sampah untuk mengurangi sampah organik dan anorganik mampu mereduksi sebanyak 0.69 ton/hari sampah organik dan anorganik yang dikelola pada fasilitas pengurangan sampah setiap harinya sedangkan sisanya 69.25 ton ditangani sendiri oleh masyarakat. Keterbatasan daya dukung sosial dan prasarana menyebabkan usaha pengurangan sampah di tingkat sumber

belum berjalan dengan baik sehingga diperlukan perencanaan strategis untuk kawasan pengelolaan persampahan.

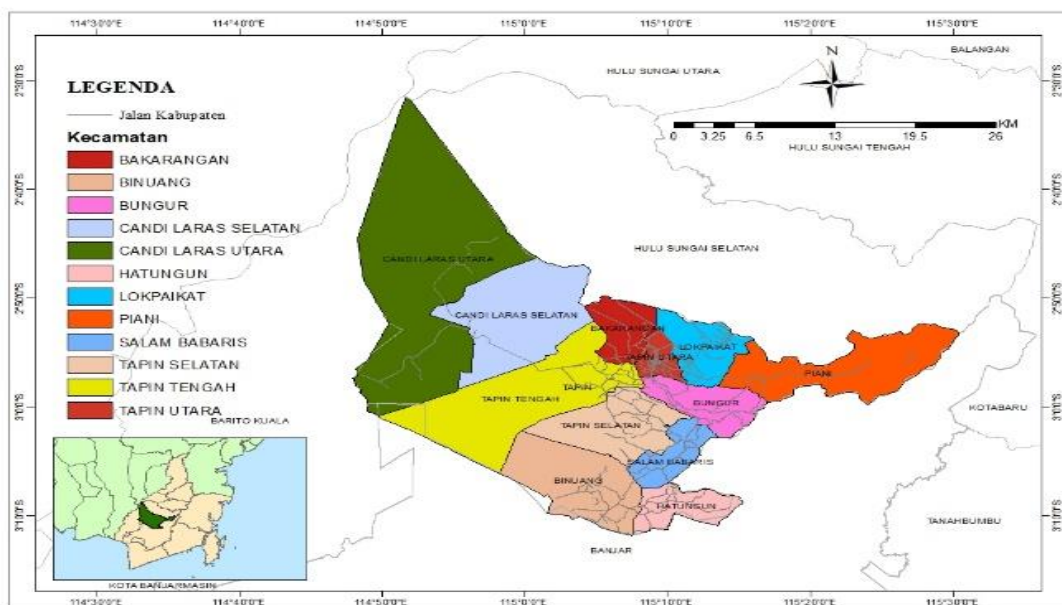
Pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan secara komprehensif dapat dilakukan dengan membuat perencanaan kawasan untuk pengembangan implementasi sistem pengelolaan sampah yang baik dan terarah sehingga dapat mencegah dampak pencemaran yang ditimbulkan dari timbulan sampah rumah tangga yang tidak tertangani.

Berdasarkan hal tersebut, dibuatlah pengelompokan kawasan untuk zona pengelolaan sampah skala kabupaten. Hasil pengelompokan zona kemudian diidentifikasi sebagai kawasan prioritas yang menjadi referensi dalam menentukan implementasi kebijakan yang tepat terkait penanganan sampah rumah tangga.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Selatan yang terletak pada koordinat $2^{\circ} 11' 40'' - 3^{\circ} 11' 50''$ LS dan $114^{\circ} 04' 27'' - 115^{\circ} 03' 20''$ BT. Wilayah ini meliputi 12 kecamatan 9 kelurahan dan 126 desa. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Jenis dan Sumber Data

Jenis data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang dikumpulkan dari sumber instansi terkait yaitu Badan Pusat Statistik, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Permukiman, dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang di Kabupaten Tapin.

Data sekunder yang digunakan merupakan data tahun 2017 yang berkaitan dengan sumber, jenis sampah dan variabel lainnya. Zona yang dibentuk didasarkan pada variabel yang dapat berpengaruh terhadap skala kepentingan daerah pelayanan dalam suatu wilayah. Variabel yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel penelitian

Kode variabel	Keterangan
JRT	Jumlah rumah tangga (kk)
SO	Timbulan sampah organik variabel (ton/tahun)
SAO	Timbulan sampah anorganik (ton/tahun)
KPDT	Kepadatan penduduk (jiwa/km ²)
PJ	Panjang jalan (m)
JDK	Jarak desa kota (m)
LPP	Laju pertumbuhan penduduk (persen/tahun)

Teknik Analisis Data

Perwilayahan atau zonasi wilayah adalah pengelompokan unit geografis berdasarkan kedekatan, kemiripan, dan intensitas hubungan fungsional antara bagian satu dengan bagian lainnya yang bertujuan meningkatkan efisiensi pengelolaan suatu wilayah serta menjadi pertimbangan dalam membangun suatu kebijakan tertentu (Wulandari, 2018).

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, zonasi wilayah dibentuk dengan menggunakan metode analisis *cluster*. Rizki dan Setiawan (2013) menentukan penanganan sampah dengan mengelompokkan kawasan berdasarkan luas lahan permukiman, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, rata-rata pendapatan penduduk, sampah organik dan sampah anorganik. Kurniawan *et al.* (2017) mengelompokkan bank sampah pada beberapa kawasan untuk kebijakan DLH Kabupaten

Pasuruan dalam penentuan jumlah peralatan pengolah sampah. McAllister (2015) menggunakan variabel laju pertumbuhan penduduk untuk membentuk tipe kawasan, begitu pula dengan penelitian Ristanto (2013) yang mengelompokkan kota sedang dan kecil di Kalimantan berdasarkan karakteristik kualitas lingkungan.

Dalam penelitian ini klasifikasi dibentuk menjadi 3 kawasan dengan pertimbangan luasnya wilayah menggunakan analisis *k-means cluster*. Alogaritma *k-means* pertama kali diperkenalkan oleh J.B. MacQueen. *K-means* adalah salah satu alogaritma sederhana yang dapat mengklasifikasikan kumpulan data dari titik pusat *cluster* (*centroid*) (MacQueen, 1967).

Menurut Ediyanto *et al.* (2013), *k-means cluster* digunakan dengan alasan tidak terpengaruh terhadap urutan objek selanjutnya dengan alogaritma yang lebih terukur dan ketelitian yang cukup tinggi terhadap ukuran objek, sehingga alogaritma ini relatif lebih terukur dan efisien untuk pengolahan objek dalam jumlah besar.

Perencanaan kawasan pengelolaan sampah skala kabupaten dilakukan dengan menggunakan analisis *cluster*. Pribadi *et al.* (2017) memaparkan tahapan dalam membuat tipologi wilayah yang terdiri atas:

1. Memastikan bahwa variabel yang akan digunakan untuk membuat *cluster* bersifat saling bebas dengan menggunakan analisis *principal component analysis* (PCA).
2. Menggunakan data *factor score* yang dihasilkan dari analisis PCA untuk dijadikan variabel baru dalam melakukan analisis *cluster*.
3. Menentukan jumlah *cluster* yang akan dibentuk.
4. Melakukan pengelompokan wilayah dengan menggunakan analisis *K-Means cluster*
5. Interpretasi terhadap hasil *cluster* untuk memberikan gambaran karakteristik dari setiap kawasan yang terbentuk.

Principal Component Analysis

Ide utama dari *principal component analysis* (PCA) adalah untuk mengurangi dimensi kumpulan data yang terdiri dari sejumlah besar variabel yang saling terkait,

dengan mempertahankan sebanyak mungkin variasi yang ada dalam kumpulan data (Jolliffe, 2010). Menurut Dunteman (1989) dalam Umar (2009), PCA adalah suatu teknik statistik yang secara linier mengubah bentuk sekumpulan variabel yang lebih kecil yang tidak memiliki korelasi dan dapat mewakili informasi dari kumpulan variabel aslinya. PCA dilakukan untuk mengelompokkan sejumlah variabel yang memiliki korelasi yang cukup tinggi dengan variabel lain sehingga terbentuk faktor baru atau variabel yang bersifat saling bebas. Sementara itu, variabel dengan nilai korelasi yang lemah cenderung tidak akan mengelompok dalam faktor tertentu (Santoso, 2002).

Menurut Pribadi *et al.*, (2017) PCA menghasilkan variabel baru yang berjumlah lebih sedikit, saling bebas dan teranking berdasarkan kemampuannya sebagai pembeda antar unit data. PCA menghasilkan eigen value yang menunjukkan varians data bagi variabel baru yang terbentuk. Variabel baru yang terpilih memiliki eigen value ≥ 1 , sedangkan factor loading sebagai variabel pencari yang menunjukkan korelasi antara variabel baru yang terbentuk dengan variabel asal. *Factor score* yang dihasilkan dari PCA dijadikan variabel baru dalam melakukan analisis *cluster*. Selanjutnya, analisis *k-means cluster* digunakan untuk mengelompokkan desa/kelurahan berdasarkan kemiripan atas karakteristik yang masing-masing dimiliki sehingga terbentuk *cluster* atau Kawasan.

Dalam analisis PCA dihasilkan *eigenvalue*, *factor loading* dan *factor score*. *Eigenvalue* menunjukkan varians dari tiap-tiap faktor sedangkan *factor loading* menunjukkan variabel-variabel yang saling berkorelasi dalam suatu faktor. Nilai % *variance* menyatakan persentase total variansi yang diperoleh berdasarkan proses ekstraksi variasi oleh faktor. Total *variance* dalam suatu matriks sama dengan jumlah variabel yang saling berkorelasi. Selanjutnya nilai % *cumulative* menunjukkan gabungan dari % total *variance* dari setiap faktor. Apabila hasil % *cumulative* adalah lebih dari 70% maka dapat dikatakan analisis PCA valid untuk digunakan (Wulandari, 2018).

Dengan demikian, *factor score* yang sudah terstandarisasi dalam tahap analisis PCA dapat digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu analisis *K-Means cluster*.

K-Means Cluster

Menurut Ediyanto *et al.* (2013), *K-Means cluster* dapat digunakan untuk meringkas objek dari jumlah besar sehingga lebih memudahkan untuk mendeskripsikan sifat-sifat atau karakteristik dari masing-masing kelompok. Metode ini pernah digunakan oleh Shi *et al.* (2014), dalam membuat kawasan atau zona kerentanan resiko lingkungan dengan menggunakan variabel indeks pencemaran air dan udara pada kawasan industri di Nanjing Chemical Provinsi Jiangsu China. Rizki & Setiawan (2013) menggunakan analisis *cluster* berhirarki untuk mengidentifikasi tipe kawasan berdasarkan karakteristik timbulan sampah rumah tangga digunakan oleh di perkotaan Kabupaten Jember. Begitu pula dengan Song *et al.* (2014), yang menggunakan metode *K-Means cluster* untuk menganalisis keragaman spasial pada lokasi fasilitas pengelolaan limbah padat perkotaan pada Provinsi Guangdong China.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-Means cluster* dengan menggunakan bantuan *software Statistica 8*. Secara umum metode *K-means cluster* dilakukan menggunakan algoritma sebagai berikut (Ediyanto *et al.*, 2013):

1. Menentukan *k* sebagai jumlah *cluster* yang akan dibentuk.
2. Membangkitkan *k centroid* (sebagai titik pusat *cluster*) awal secara random.
3. Menghitung jarak *euclidean distance* terhadap titik *centroid* yang tadi telah ditentukan dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$D_{(i,k)} = \sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M (X_{i,j} - \bar{X}_j^{(k)})^2}$$

Dimana:

$D_{(i,k)}$: Jarak antara titik data ke-*i* dengan *centroid* ke-*k*

- $X_{i,j}$: Ukuran individu ke- i dalam karakteristik/kategori/penciri utama ke- j
- M : Jumlah variabel
- $\bar{X}_j^{(k)}$: Nilai *mean* dari variabel j dan *cluster* k

4. Mengalokasikan masing-masing objek ke masing-masing *centroid* yang paling dekat.
5. Melakukan iterasi, kemudian menentukan posisi *centroid* baru dengan menggunakan persamaan pada langkah 2.
6. Mengulangi langkah 3 sampai dengan algoritma *K-means* konvergen.

Setelah *cluster* terbentuk, langkah selanjutnya melakukan identifikasi kawasan yang terbentuk berdasarkan nilai *means* yang dihasilkan dari setiap *cluster* dan membuat peta *cluster* untuk zona pengelolaan persampahan dengan memasukkan hasil analisis *cluster* ke dalam peta menggunakan *software ArcGis 10.2*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil PCA pada Tabel 2 menunjukkan *eigen values* > 1 membentuk 2 faktor yang diekstraksi dari 7 variabel penelitian. Faktor 1 mampu menjelaskan 48.27% *varians* sedangkan faktor 2 mampu menjelaskan 22.21% *varians* sehingga didapatkan nilai *cumulative* 70.48%. Dengan nilai *cumulative* > 70% dapat menggambarkan keragaman data secara baik dari 2 faktor yang terbentuk. Selanjutnya dapat diambil kesimpulan bahwa model ini valid untuk digunakan.

Tabel 2. *Eigenvalue* berdasarkan hasil PCA

Valu <i>e</i>	<i>Eige n</i> valu <i>e</i>	% Total <i>varianc e</i>	<i>Cumulativ e</i> <i>eigenvalu e</i>	<i>Cumulativ e</i> %
1	3.37	48.27	3.37	48.27
2	1.55	22.21	4.93	70.48

Eigenvalue pada faktor 1 mampu menjelaskan 48.27% *variansi* sedangkan faktor 2 mampu menjelaskan 22.21% *variansi* sehingga didapatkan nilai *cumulative* 70.48%. Dengan nilai kumulatif >70% dapat dijelaskan *varians* dari 7 variabel dapat ditunjukkan secara baik dari kedua faktor yang terbentuk. Dapat

diambil kesimpulan bahwa model ini valid untuk digunakan dan *factor score* yang dihasilkan dari analisis PCA dijadikan variabel baru dalam tahapan selanjutnya.

Nilai *factor loadings* menjadi penciri dari kedua faktor yang terbentuk. Penciri faktor dapat dilihat dari variabel yang memiliki hubungan atau korelasi tinggi pada setiap faktor. Nilai variabel dengan korelasi tinggi memiliki batas nilai *cut off point* > 0.7. Dengan demikian *factor loading* yang menjadi penciri dari faktor yang terbentuk adalah jumlah rumah tangga sebesar 0.96, jumlah timbulan sampah organik sebesar 0.97 dan jumlah timbulan sampah anorganik 0.97 sedangkan nilai laju pertumbuhan penduduk 0.77 dan jarak desa dan kota -0,77. Hasil PCA ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *factor loadings* berdasarkan hasil PCA

Variabel	Faktor 1	Faktor 2
JRT	0.963342	0.069159
SO	0.966997	0.103027
SAO	0.966997	0.103027
KPDT	0.267420	0.655413
LPP	0.120649	0.769256
PJ	0.607351	0.009596
JDK	0.203143	-0.769365

Nilai *factor score* dari hasil analisis PCA selanjutnya digunakan untuk melakukan tahapan analisis *k-means cluster* dengan hasil *cluster* yang terbentuk sebanyak 3. *Graph of means* menunjukkan nilai tengah dari variabel penciri *cluster* (Pribadi et al., 2017). Gambar 2 menunjukkan *plot of means* karakteristik setiap variabel baru yang terbentuk pada faktor 1 dan faktor 2.

Ciri setiap kelas ditunjukkan pada *graph of means* yang mana sumbu y merupakan nilai tengah dari variabel penciri *cluster*, sedangkan sumbu x menunjukkan variabel penciri *cluster* itu sendiri. Variabel penciri *cluster* (sumbu y) adalah variabel penciri utama yang dihasilkan dari analisis PCA. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel penciri utama setiap *cluster* yang terbentuk adalah JRT, SO dan SAO yang berkorelasi positif pada faktor 1 sedangkan variabel penciri pada faktor 2 terdiri atas JDK dan LPP.

Hasil analisis *k-means cluster* menunjukkan nilai *means* dari setiap *cluster* yang terbentuk ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan *graphs of means* terlihat perbedaan signifikan pada jarak *means* antar variabel. Dari hasil uji *F* didapatkan nilai *F* pada faktor 1 menunjukkan 109.43 dengan nilai signifikansi $p=0.000$, sementara itu nilai *F* pada faktor 2 menunjukkan nilai *F* 83.26 dengan nilai signifikansi $p=0.000$. Semakin besar nilai *F* dan signifikansi, maka semakin besar perbedaan variabel pada *cluster* yang terbentuk. Dengan nilai signifikansi $p<0.05$ dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut secara signifikan mempengaruhi perbedaan antar *cluster*.

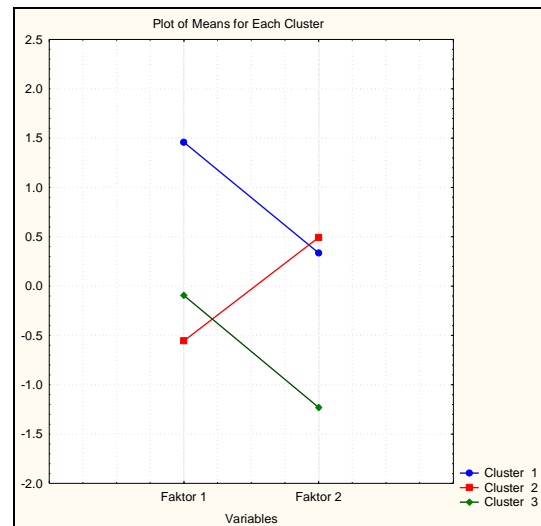
Interpretasi perbandingan nilai *means* faktor 1 terlihat pada *cluster* 1 yang memiliki nilai 1.46 adalah lebih tinggi bila dibandingkan dengan *cluster* 2 dan *cluster* 3. Begitu pula dengan nilai *means* pada faktor 2 yang menunjukkan nilai *means* 0.49 pada *cluster* 2 adalah lebih tinggi bila dibandingkan dengan *cluster* lainnya.

Tabel 4. Nilai signifikansi antar variabel

Variabel	Between SS	Within SS	F	Df	Signif .p
Faktor 1	83.59	50.41	109.43	13	0.000
Faktor 2	74.75	59.25	83.26	13	0.000

Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi perbedaan pada variabel baru yang terbentuk. Semakin besar nilai *F* dan Signifikansi, maka semakin besar perbedaan variabel pada *cluster* yang terbentuk. Dengan nilai signifikansi $p < 0.05$ dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut secara signifikan mempengaruhi perbedaan antar *cluster*.

Sementara itu, interpretasi terhadap hasil *cluster* atau kawasan yang terbentuk didasarkan dari nilai *graph of means* yang menunjukkan nilai tengah dari variabel penciri *cluster* (Pribadi et al., 2017).



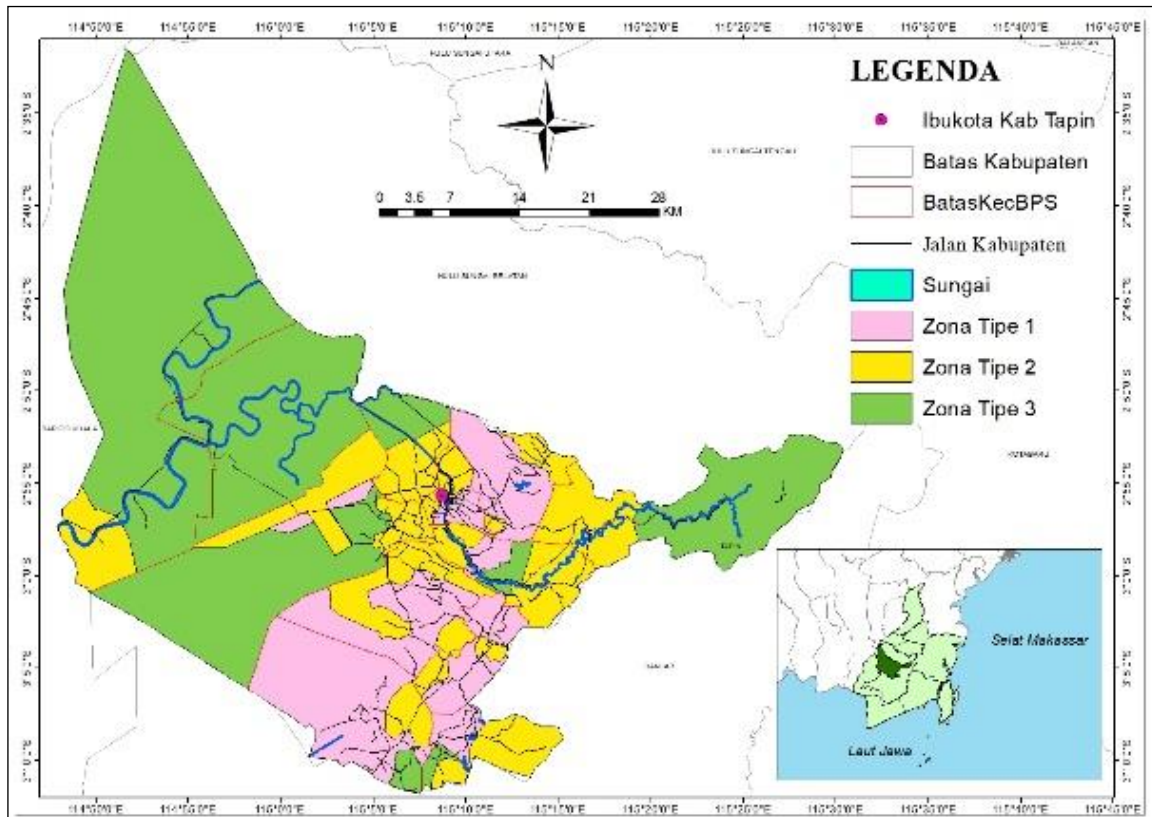
Gambar 2. *Graph of means* untuk identifikasi zona pengelolaan sampah

Dengan mengacu pada *graphs of means* maka sudah dapat dilakukan interpretasi dari nilai *mean* dari variabel penciri *cluster* yang ditunjukkan pada Tabel 5. Angka negatif menunjukkan bahwa data berada di bawah rata-rata total dan berkorelasi negatif, sedangkan nilai positif menunjukkan data berada di atas rata-rata total dan berkorelasi positif.

Tabel 5. Nilai *means* setiap *cluster* untuk identifikasi zona pengelolaan sampah

Variabel	Nilai <i>means</i> dari hasil <i>k-means cluster</i>		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Faktor 1	1.458358	-0.555305	-0.09503
Faktor 2	0.336898	0.492917	-1.22984

Santoso (2002) mengemukakan bahwa *cluster* memiliki tujuan utama untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Interpretasi dari objek atau hasil *cluster* kemudian digunakan untuk membentuk perwilayahan dari kawasan sehingga terbentuklah zona. Zona dapat diartikan sebagai sekelompok kawasan atau area yang memiliki fungsi dan karakteristik lingkungan yang spesifik dan memiliki identitas atau ciri yang berbeda dari area lain yang ada di sekitarnya dengan tujuan untuk efektivitas pengelolaan. Gambar 3 merupakan peta zona pengelolaan sampah skala kabupaten yang terbentuk dari hasil *k-means cluster*.



Gambar 3. Peta zona pengelolaan persampahan di Kabupaten Tapin

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, variabel penciri *cluster* merupakan variabel penciri utama yang diperoleh dari hasil analisis PCA. Dari grafik tersebut dapat dirumuskan tipologi dari tiap *cluster* dengan membandingkan nilai tengah antar *cluster* untuk setiap variabel penciri *cluster* tersebut.

Tabel 6. Interpretasi perbandingan nilai *means* setiap *cluster*

Variabel	Zona		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Faktor 1	Tinggi	Rendah	Sedang
Faktor 2	Sedang	Tinggi	Rendah

Dengan demikian berdasarkan variabel penciri yang terbentuk pada faktor 1 dan 2 dalam Tabel 5 dan Tabel 6, dapat diidentifikasi karakteristik setiap zona sebagai berikut:

1. Zona Tipe 1 adalah kawasan yang memiliki jumlah rumah tangga paling tinggi dan terletak di kawasan relatif dekat dengan pusat perkotaan. Jumlah timbulan sampah terdiri dari tingkat kerawanan sangat tinggi, tinggi dan sedang dengan laju pertumbuhan penduduk yang tidak terlalu tinggi.

- Zona Tipe 2 adalah kawasan yang memiliki tingkat laju pertumbuhan dibandingkan dengan kawasan lainnya dan berada di sekitar kawasan perkotaan dengan jumlah timbulan sampah yang terdiri dari tingkat kerawanan sampah sedang, rendah dan sangat rendah.
- Zona Tipe 3 adalah kawasan perdesaan yang memiliki jumlah timbulan sampah dengan tingkat kerawanan sedang dan jumlah rumah tangga yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan Zona Tipe 2 akan tetapi kawasan ini memiliki laju pertumbuhan penduduk rendah dan berlokasi jauh dari pusat perkotaan.

Zona Tipe 1

Hasil analisis menunjukkan anggota *cluster* 1 terdiri atas 29 wilayah desa/kelurahan atau 21,48% dari cakupan wilayah kabupaten. Beberapa anggota dari wilayah ini merupakan kawasan perkotaan dengan wilayah yang sudah terlayani armada pengangkutan sampah. Jika dilihat dari kelas timbulan sampah, kawasan ini didominasi kelas timbulan sampah pada kelas sangat tinggi antara 825-1350 ton/hari, tinggi

antara 517-825 ton/tahun dan sedang antara 300-517 ton/tahun.

Cluster ini bercirikan sebagai kawasan yang memiliki jumlah rumah tangga, timbunan sampah organik dan anorganik yang tinggi yang berlokasi relatif dekat dengan ibukota kabupaten sedangkan laju pertumbuhan penduduknya adalah sedang. Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa *cluster* 1 merupakan kawasan yang dijadikan sebagai Zona Tipe 1. Anggota Zona Tipe 1 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Anggota Zona Tipe 1

Tipe Kawasan	Kecamatan	Desa/Kelurahan
Zona Tipe 1	Binuang	Desa A Yani Pura, Kelurahan Binuang, Kelurahan Karang Putih, Desa Pualam Sari, Pulau Pinang, Pulau Pinang Utara, Kelurahan Raya Belanti, dan Tungkap.
	Salam Babaris	Desa Kambang Habang Lama, Kambang Kuning, Pantai Cabe, Salam Babaris
	Tapin Utara	Kelurahan Kupang, Rangda Malingkung, Rantau Kanan dan Rantau Kiwa Desa Pematang Karang Hilir dan Desa Shabah
	Lokpaikat	Desa Binderang, Kelurahan Bitahan, Bitahan Baru dan Lokpaikat
	Tapin Selatan	Desa Rumintin, Suato Lama, Suato Tatakan, Kelurahan Tambarangan dan Tatakan
	Hatungun	Desa Batu Hapu, Hatungun

Zona Tipe 2

Anggota *cluster* 2 merupakan wilayah desa yang berlokasi dekat ibukota kabupaten. Laju pertumbuhan penduduk pada desa-desa di kawasan ini adalah paling tinggi bila dibandingkan dengan *cluster* lainnya. *Cluster* ini bercirikan jumlah rumah tangga lebih rendah

bila dibandingkan dengan *cluster* 1 dan *cluster* 3. Timbunan sampah organik dan anorganik didominasi oleh kelas timbunan sampah rendah dan sangat rendah. *Cluster* 2 merupakan kawasan yang berada dekat dengan daerah yang sudah terlayani pengelolaan sampah. Pada kondisi eksisting kawasan ini sama sekali belum memiliki daya dukung prasarana pengelolaan sampah. Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa dengan adanya karakteristik tersebut dan faktor kedekatan dengan wilayah yang sudah terlayani maka *cluster* 2 merupakan kawasan yang dijadikan sebagai Zona Tipe 2. Anggota Zona Tipe 2 terdiri atas 70 desa yang tersebar di beberapa kecamatan atau mencakup 51.85% dari wilayah kabupaten. Anggota Zona Tipe 2 ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Anggota Zona Tipe 2

Tipe Kawasan	Kecamatan	Desa/Kelurahan
Zona Tipe 2	Tapin Utara	Desa Antasari Hilir, Antasari, Badaun, Banua Halat Kanan, Banua Halat Kiri, Banua Hanyar, Banua Hanyar Hulu, Jingah Babaris, Kakaran, Keramat, Lumbu Raya, Perintis Raya. Pada Kecamatan Tapin Tengah anggotanya terdiri atas Desa Batang Lantik, Hiyung, Kepyayang, Labung, Mandurian, Mandurian Hilir, Pandulangan, Papagan Makmur, Pematang Karang Hulu, Serawi, dan Tirik
	Tapin Selatan	Desa Cempaka, Harapan Masa, Hatiwin, Lawahan, Sawang, Tandui, Timbaan
	Salam Babaris	Desa Suato Baru
	Piani	Desa Baramban, Batu Ampar, Buni'in Jaya, dan Miawa, Desa Asam Randah, Bagak, Burakai, Kaladan dan Tarungin
	Lokpaikat	Desa Ayunan Papan, Bataratat, Budi Mulya, Parandakan, dan Puncak Harapan

Tipe Kawasan	Kecamatan	Desa/Kelurahan
	Bungur	Banua Padang, Banua Padang Hilir, Bungur Baru, Kambang Habang Baru, Linuh, Paring Guling, Purut, Rantau Bujur, dan Timbung
	Binuang	Desa Mekar Sari, dan Padang Sari
	Bakaran gan	Desa Bakarangan, Bundung, Gadung, Gadung Karamat, Ketapang, Parigi Kacil, Paul, Tangkawang, Tangkawang Baru, dan Waringin

Tipe Kawasan	Kecamatan	Desa/Kelurahan
		Hulu, Pariok, Rawana, Rawana Hulu, Sawaja, Sungai Puting, Sungai Salai, Sungai Salai Hilir Dan Teluk Haur
	Hatungun	Desa Matang Batas
	Piani	Desa Belawaian, Batung, Harakit, dan Pipitak Jaya
	Tapin Tengah	Desa Pandahan, Pematang Karangan, Sukaramai, dan Sungai Bahalang
	Bakarangan	Desa Masta
	Binuang	Desa Gunung Batu

Zona Tipe 3

Anggota *cluster* 3 merupakan kawasan yang terdiri atas 36 desa atau mencakup 26.67% dari seluruh wilayah kabupaten. *Cluster* ini bercirikan kawasan perdesaan yang terletak jauh dari ibukota kabupaten dan memiliki laju pertumbuhan penduduk sangat rendah. Namun demikian *cluster* ini memiliki jumlah rumah tangga yang lebih tinggi dibandingkan dengan *cluster* 2. Jumlah timbulan sampah organik dan anorganik didominasi oleh kelas timbulan sampah sedang dan rendah. Kawasan ini sama sekali belum terlayani sistem pengelolaan sampah dan berada jauh dari daerah pengelolaan yang sudah terlayani. Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa *cluster* 3 merupakan kawasan yang akan dijadikan sebagai Zona Tipe 3. Anggota Zona Tipe 3 ditunjukkan pada Tabel 9.

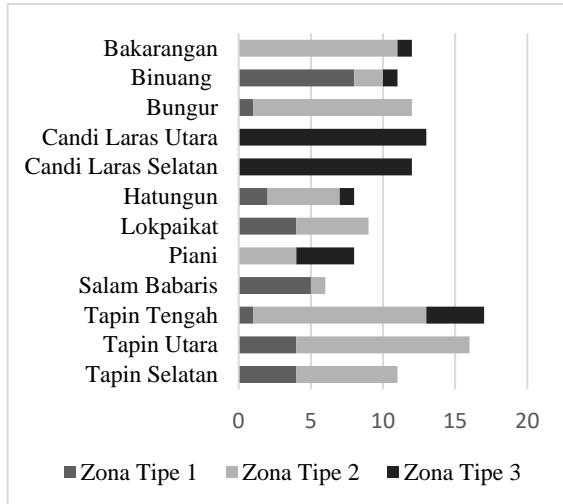
Tabel 9. Anggota Zona Tipe 3

Tipe Kawasan	Kecamatan	Desa/Kelurahan
Zona Tipe 3	Candi Laras Selatan	Desa Baringin, Baringin B, Baulin, Candi Laras, Marampiaou, Marampiaou Hilir, Margasari Iilir, Pabaungan Hilir, Pabaungan Hulu, Pabaungan Pantai, Sungai Rutas, Sungai Rutas Hulu
	Candi Laras Utara	Desa Batalas, Buas-Buas, Buas-Buas Hilir, Kalumpang, Margasari

Menurut Damanhuri & Padmi (2019) pelayanan terhadap sumber sampah di Indonesia tidak dapat dilakukan 100%. Tidak semua penghasil sampah dapat dilayani oleh karena faktor jarak atau aksesibilitas jalan yang cukup jauh sehingga kondisi rencana pelayanan dapat dilakukan berdasarkan kemampuan sistem daerah itu sendiri dikarenakan adanya keterbatasan dalam sumberdaya. Implementasi kebijakan pengurangan dan penanganan sampah rumah tangga dapat diterapkan dengan “model rumah tumbuh” pada wilayah yang berdekatan atau berbatasan langsung dengan wilayah yang telah mendapatkan pelayanan (Damanhuri & Padmi, 2019).

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, arahan pengembangan cakupan pelayanan sampah untuk menangani timbulan sampah rumah tangga dilakukan pada zona prioritas. Zona Tipe 1 dan Zona Tipe 2 ditentukan sebagai zona prioritas yang akan dilakukan pengembangan. Penentuan zona ini nantinya diharapkan menjadi referensi pemerintah daerah untuk melakukan implementasi langsung program dan kegiatan untuk pengembangan cakupan pelayanan sampah. Selanjutnya Zona Tipe 3 merupakan kawasan perdesaan dengan jumlah timbulan sampah yang didominasi oleh kelas rendah dan sangat rendah. Sebagai daerah hulu, kawasan ini belum memiliki daya dukung prasarana pengelolaan sampah. Meskipun demikian penanganan sampah diharapkan kedepannya dapat dilakukan dengan sistem

pengelolaan secara mandiri oleh masyarakat terutama untuk daerah permukiman yang berada di kawasan perdesaan di sepanjang aliran sungai. Grafik jumlah desa/kelurahan pada setiap kecamatan berdasarkan hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik jumlah desa/kelurahan setiap zona pada setiap kecamatan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa berdasarkan metode analisis *K-Means cluster* dapat dikelompokkan desa/kelurahan menjadi 3 zona pengelolaan sampah. Pengembangan cakupan pelayanan sampah di Kabupaten Tapin dilakukan pada kawasan prioritas yaitu Zona Tipe 1 dan Tipe 2 dengan cakupan 73.33% dari seluruh desa/kelurahan yang ada di Kabupaten Tapin. Implementasi program dan kegiatan pelayanan sampah oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Tapin dilakukan pada zona prioritas. Pengelolaan sampah secara mandiri oleh masyarakat dilakukan pada Zona Tipe 3 yang memiliki cakupan 26.67% dari wilayah di Kabupaten Tapin.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapin. (2018). *Kabupaten Tapin Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapin.
Damanhuri, E., & Padmi, T. (2019). *Pengelolaan Sampah Terpadu* (Edisi Kedua). ITB Press.

[DLH] Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tapin. (2021). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah*. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tapin.
Ediyanto, Mara, N., & Satyahadewi, N. (2013). Pengklasifikasian Karakteristik Dengan Metode K-Means Cluster Analysis. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 02(2), 133–136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/bbimst.v2i02.3033>
Jolliffe, I. T. (2010). Principal components analysis. *International Encyclopedia of Education*, 374–377. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01358-0>
Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan. (2022). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional-Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. <https://Sipsn.Menlhk.Go.Id/Sipsn/>
Kurniawan, A., Mumpuni, I. D., & As'ad, M. (2017). Pengkasteran Bank Sampah Menggunakan Metode K-Means Pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan. *Seminar Nasional Sistem Informasi 2017*, 687–698. <https://doi.org/ISSN : 2302-3805>
MacQueen, J. (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics*, 281–297.
Magriaty, R., Murtilaksono, K., & Anwar, S. (2020). The Impact of Government Policy Regarding Waste Management in Tapin Districts South Kalimantan Province. *Jurnal Bina Praja*, 1(21), 91–101. <https://doi.org/10.21787/jbp.12.2020.89-99>
McAllister, J. (2015). Factors Influencing Solid-Waste Management in the Developing World. In *Utah State University* (Vol. 299). Utah State University.
Prajati, G., Damanhuri, T. P., & Rahardyan, B. (2015). Pengaruh Faktor-Faktor Ekonomi Dan Kependudukan Terhadap Timbulan Sampah Di Ibu Kota Provinsi Jawa Dan Sumatera. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21(1), 39–47. <https://doi.org/10.5614/jtl.2015.21.1.5>
Pribadi, D. O., Rustiadi, E., & Pravita, A. E. (2017). *Permodelan Perencanaan Pengembangan Wilayah: Konsep, Metode, Aplikasi dan Teknik Komputasi*. : Crestpent Press. Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah (P4W).
Ristanto, A. (2013). *Analisis Kualitas Lingkungan Hidup Kota Sedang dan Kecil di Kalimantan*. Institut Pertanian Bogor.

- Rizki, M. R., & Setiawan, R. P. (2013). Analisis Cluster dalam Mengidentifikasi Tipe Kawasan Berdasarkan Karakteristik Timbulan Sampah Rumah Tangga di Perkotaan Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1–5.
- Santoso, S. (2002). *Buku latihan SPSS multivariat*. PT Gramedia.
- Shi, W., & Zeng, W. (2014). Application of K-Means Clustering to Environmental Risk Zoning of the Chemical Industrial Area. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 8(1), 117–127. <https://doi.org/10.1007/s11783-013-0581-5>
- Song, J., Liao, Y., He, J., Yang, J., & Xiang, B. (2014). Analyzing Complexity of Municipal Solid Waste Stations Using Approximate Entropy and Spatial Clustering. *Journal of Applied Science and Engineering*, 17, 185–192. <https://doi.org/10.6180/jase.2014.17.2.09>
- Umar, H. B. (2009). Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya Dengan SPSS. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 03(2), 97–101. <https://doi.org/doi.org/10.24893/jkma.v3i2.68>
- Wahyono, S. (2014). Epilog: Pengelolaan Sampah Berkelanjutan. In *Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah di Perkotaan* (Edisi ke- , pp. 83–93). Plantaxia.
- Widyarsana, I. M. W., & Zafira, A. D. (2015). Study On The Development Of Solid Waste Management In Tangerang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21, 87–97. <https://doi.org/doi.org/10.5614/jtl.2015.21.1.10>
- Wulandari, S. (2018). *Pola Spasial Inkonsistensi Pemanfaatan Ruang Dengan Keterkaitan Status Kepemilikan-Penguasaan Lahannya di Sub DAS Ciliwung Hulu*. Institut Pertanian Bogor.