



ANALISIS KONDISI FISIK DAN EFEKTIVITAS SALURAN DRAINASE BERDASARKAN SEDIMENTASI: STUDI KASUS BATANG KUIS, DELI SERDANG

Dwi Anfdreas F. Simbolon¹⁾, Yuni Yolanda²⁾, Diah Wasilah Natarida Siboro³⁾

¹⁾Manajemen Kontruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
Email: dwiandreasfsimbolon@gmail.com

²⁾Manajemen Kontruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
Email: yuni.yolanda@unimed.ac.id

³⁾Manajemen Kontruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia
Email: nataasiboro@gmail.com

Abstract

Sedimentation in drainage channels is one of the main factors that reduces flow capacity and causes inundation, especially in rapidly developing residential areas. This study aims to analyze the physical condition and effectiveness of drainage channels based on sedimentation levels in Batang Kuis District, Deli Serdang Regency. The method used is direct field measurement on 13 drainage segments, with parameters including channel width, channel height, water width, water depth, and sediment thickness. The collected data were analyzed using a quantitative descriptive approach by calculating total channel volume, sediment volume, effective channel volume, and sediment composition percentage. The results show significant variations in physical conditions and channel capacity among segments. The largest total volume was found in segment 8 (269.43 m³), while the smallest was in segment 12 (31.07 m³). High sedimentation in several segments significantly reduced the effective capacity, even approaching zero in some locations. In addition, sediment composition dominated by fine particles such as silt and clay tends to accelerate deposition and hinder water flow. Based on the analysis, several segments are categorized as critical and require immediate maintenance through routine cleaning and channel improvement. This study is expected to serve as a basis for evaluating and managing drainage systems to reduce inundation risk and improve flow effectiveness.

Keywords: drainage, sedimentation, effective volume, channel capacity, inundation.

Abstrak

Permasalahan sedimentasi pada saluran drainase menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan kapasitas aliran dan timbulnya genangan, terutama di kawasan permukiman yang berkembang pesat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi fisik dan efektivitas saluran drainase berdasarkan tingkat sedimentasi di Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di lapangan pada 13 segmen saluran dengan parameter meliputi lebar saluran, tinggi saluran, lebar dan tinggi badan air, serta ketebalan sedimen. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui perhitungan volume total saluran, volume sedimen, volume efektif saluran, dan persentase komposisi sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi signifikan pada kondisi fisik dan kapasitas saluran antarsegmen. Volume total terbesar terdapat pada segmen 8 sebesar 269,43 m³, sedangkan yang terkecil pada segmen 12 sebesar 31,07 m³. Sedimentasi yang tinggi pada beberapa segmen menyebabkan penurunan kapasitas efektif secara signifikan, bahkan hingga mendekati nol pada beberapa titik. Selain itu, komposisi sedimen yang didominasi partikel halus seperti lumpur dan liat cenderung mempercepat proses pengendapan dan menghambat aliran air. Berdasarkan hasil analisis, beberapa segmen tergolong kritis dan memerlukan penanganan segera melalui pembersihan rutin dan perbaikan kondisi saluran. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam evaluasi dan pengelolaan sistem drainase untuk mengurangi risiko genangan dan meningkatkan efektivitas aliran.

Kata Kunci: drainage, sedimentation, effective volume, channel capacity, inundation.



PENDAHULUAN

Sistem drainase merupakan salah satu infrastruktur penting dalam pengelolaan air permukaan di kawasan perkotaan maupun permukiman. Sistem ini berfungsi untuk mengalirkan air hujan sehingga tidak menimbulkan genangan atau banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat serta merusak infrastruktur jalan dan lingkungan. Sistem drainase yang baik harus mampu menampung dan mengalirkan debit air sesuai dengan kapasitas saluran yang tersedia sehingga aliran air dapat berlangsung secara optimal (Arifin, 2018). Apabila kapasitas saluran tidak mampu menampung debit air hujan yang masuk, maka air akan meluap ke permukaan dan menyebabkan genangan pada kawasan permukiman maupun badan jalan (Soekma & Mahendra, 2023).

Permasalahan genangan air pada kawasan permukiman sering kali disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah berkurangnya kapasitas saluran drainase akibat sedimentasi. Sedimen yang terbawa oleh aliran air hujan dapat mengendap di dasar saluran sehingga secara bertahap memperkecil luas penampang aliran. Kondisi tersebut menyebabkan kapasitas saluran menjadi lebih kecil dibandingkan dengan debit air yang masuk ke dalam sistem drainase sehingga air tidak dapat mengalir dengan baik dan berpotensi menimbulkan genangan pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi (Cahyani & Saves, 2024). Selain itu, sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan perubahan kondisi fisik saluran seperti pendangkalan dan penyempitan yang berdampak pada menurunnya efektivitas sistem drainase dalam mengalirkan air permukaan (Nurdin & Ayu, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai analisis kapasitas saluran drainase serta pengaruh sedimentasi terhadap kinerja sistem drainase. Penelitian yang dilakukan oleh Cahyono dan Miguez (2023) menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan dan kurangnya pemeliharaan saluran dapat menyebabkan peningkatan limpasan air serta penurunan kapasitas saluran drainase. Penelitian lain juga menyatakan bahwa sedimentasi merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan berkurangnya kapasitas tampung saluran drainase karena endapan material di dasar saluran dapat memperkecil luas penampang aliran (Cahyani & Saves,

2024). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Ifanda dan Rosariawarri (2024) menunjukkan bahwa evaluasi kondisi fisik saluran drainase seperti lebar saluran, kedalaman saluran, serta kondisi sedimen sangat penting untuk mengetahui tingkat kinerja sistem drainase secara aktual di lapangan.

Padahal kondisi aktual saluran drainase seperti dimensi saluran, tingkat sedimentasi, serta kondisi aliran air memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kapasitas aliran yang dapat ditampung oleh saluran tersebut (Arifin, 2018). Selain itu, penelitian mengenai kondisi drainase pada wilayah berkembang atau kawasan pinggiran kota masih relatif terbatas dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan pada kawasan perkotaan besar (Cahyono & Miguez, 2023). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) terkait analisis kondisi drainase yang didasarkan pada pengukuran langsung parameter fisik saluran di lapangan.

Berdasarkan research gap tersebut, diperlukan penelitian yang tidak hanya menganalisis kapasitas saluran drainase secara teoritis tetapi juga mempertimbangkan kondisi fisik saluran secara langsung melalui pengamatan lapangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan dan kurangnya pemeliharaan meningkatkan limpasan serta mempercepat penurunan kapasitas saluran. Selain itu, evaluasi kondisi fisik seperti dimensi saluran dan tingkat sedimentasi sangat penting untuk mengetahui kinerja drainase secara aktual.

Penelitian ini menawarkan keterbaharuan dengan melakukan analisis kondisi drainase berdasarkan data primer yang diperoleh secara langsung melalui pengukuran di lapangan pada beberapa segmen saluran drainase. Parameter yang diamati meliputi lebar saluran, kedalaman saluran, tinggi sedimen, serta kondisi aliran air pada setiap segmen pengamatan. Lokasi penelitian dilakukan pada saluran drainase di wilayah Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi fisik dan efektivitas saluran drainase berdasarkan tingkat sedimentasi di Kecamatan Batang Kuis. Analisis dilakukan melalui perhitungan volume total, volume sedimen, dan volume efektif saluran. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar evaluasi dan pengelolaan drainase untuk mengurangi risiko genangan.

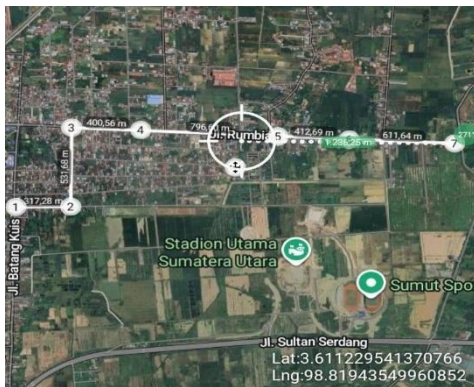


METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada saluran drainase yang berada di Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Lokasi penelitian dimulai dari Jl. Batang Kuis No.9, Desa Sena sebagai titik awal hingga Jl. Batang Kuis – Lubuk Pakam sebagai titik akhir saluran. Koordinat geografis titik awal penelitian berada pada 3°36’26.0’’ LU dan 98°48’27.6’’ BT, sedangkan titik akhir berada pada 3°36’39.9’’ LU dan 98°49’50.1’’ BT. Saluran drainase yang diteliti merupakan saluran terbuka yang berada di kawasan permukiman dan sepanjang jalan utama yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan serta limbah domestik dari aktivitas masyarakat.

Pengamatan dilakukan pada 7 segmen saluran drainase. Parameter yang diukur pada setiap segmen meliputi lebar saluran, kedalaman saluran, tinggi sedimen, dan tinggi muka air. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik saluran serta tingkat sedimentasi yang terjadi pada saluran drainase tersebut. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.Lokasi penelitian

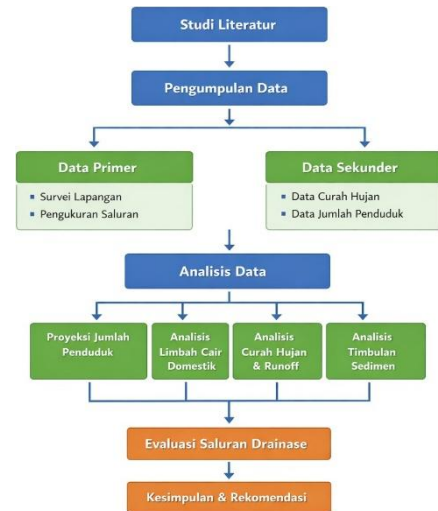
Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan pada 13 segmen. Parameter yang diukur meliputi lebar saluran, tinggi saluran, lebar dan tinggi air, serta ketebalan sedimen. Selain itu, dilakukan observasi kondisi saluran seperti sampah dan hambatan aliran serta dokumentasi.

Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dari studi literatur, dilanjutkan dengan pengumpulan data lapangan dan data pendukung.

Data kemudian dianalisis untuk menghitung kapasitas saluran, sedimentasi, dan efektivitas drainase sebelum ditarik kesimpulan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kondisi fisik dan tingkat sedimentasi saluran drainase pada setiap segmen pengamatan. Analisis dilakukan dengan menghitung volume total saluran, volume sedimen, volume efektif saluran, serta persentase sedimentasi.

Perhitungan Volume Total Saluran

Volume total saluran merupakan seluruh ruang yang tersedia dalam saluran sebelum terjadi sedimentasi. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui kapasitas maksimum saluran dalam menampung aliran air pada setiap segmen pengamatan.

Secara umum, volume total saluran dihitung berdasarkan luas penampang saluran dan panjang segmen yang ditinjau. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = A \times L \quad (1)$$

Keterangan:

V = Volume total saluran (m³)

A = Luas penampang saluran (m²)

L = Panjang saluran (m)

Untuk saluran dengan bentuk penampang persegi panjang, luas penampang dapat dihitung dengan rumus:



$$A = b \times h \quad (2)$$

Sehingga persamaan volume total saluran menjadi:

$$V = b \times h \times L \quad (3)$$

Keterangan:

b = Lebar saluran (m)

h = Tinggi atau kedalaman saluran (m)

Perhitungan Volume Sedimen

Volume sedimen merupakan jumlah material yang mengendap di dasar saluran pada setiap segmen pengamatan. Perhitungan volume sedimen dilakukan untuk mengetahui besarnya endapan yang dapat mengurangi kapasitas efektif saluran.

Volume sedimen dihitung berdasarkan dimensi geometrik sedimen yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan, yaitu lebar saluran, tinggi (ketebalan) lapisan sedimen, dan panjang segmen saluran. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V_{\text{sedimen}} = b \times h_s \times L_s \quad (4)$$

Keterangan:

V_{sedimen} = Volume sedimen (m³)

b = Lebar saluran (m)

h_s = Tinggi atau ketebalan sedimen (m)

L_s = Panjang saluran (m)

Perhitungan Persenan Komposisi Sedimen

Persentase komposisi sedimen digunakan untuk mengetahui perbandingan masing-masing jenis material penyusun sedimen, yaitu pasir, lumpur, dan liat, pada setiap segmen pengamatan. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sedimen yang mengendap di dalam saluran dan berperan dalam menilai efektivitas aliran drainase. Perhitungan persentase dilakukan dengan membandingkan ketebalan masing-masing lapisan sedimen terhadap total ketebalan sedimen, menggunakan rumus:

$$\% \text{ sedimen} = \frac{t_i}{t_{\text{total}}} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

% sedimen = Persentase masing-masing jenis sedimen (%)

t_i = Ketebalan lapisan sedimen tertentu (pasir, lumpur, atau liat) t_{total} = Total ketebalan seluruh lapisan sedimen

Di lapangan, sampel sedimen diambil dari setiap segmen dan dimasukkan ke dalam botol bening yang sudah diisi air. Sampel dikocok hingga semua partikel tersuspensi,

kemudian didiamkan untuk mengendap secara bertahap. Metode ini merupakan teknik pengukuran sedimen lapangan yang efektif dan sederhana, serta mendukung analisis karakteristik endapan sedimen yang memengaruhi kapasitas efektif saluran drainase (USDA, 2009; Chow, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Hasil Pengukuran Lapangan

Data hasil pengukuran lapangan pada setiap segmen saluran drainase disajikan untuk menggambarkan kondisi fisik saluran secara aktual. Data tersebut meliputi dimensi saluran dan kondisi aliran yang diamati pada masing-masing segmen, sehingga dapat memberikan gambaran awal mengenai variasi kondisi saluran di lokasi penelitian.

Hasil pengukuran seluruh segmen disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan perbandingan antar segmen, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Saluran Drainase

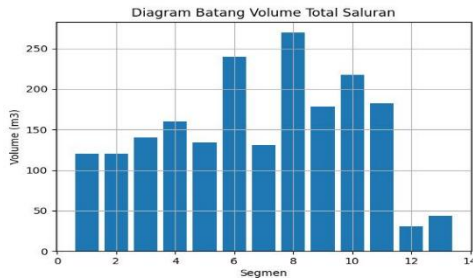
Segmen Pengamatan	Lebar Saluran (m)	Tinggi Saluran (m)	Lebar Bad Air (m)	Tinggi Bad Air (m)	Tinggi Sedimen (m)
1	0,61	0,8	0,15	0,03	0,02
2	0,61	0,8	-	-	-
3	0,72	0,79	0,72	0,04	0,1
4	0,79	0,82	0,79	0,1	0,7
5	0,95	0,57	0,95	0,07	0,17
6	0,9	1,08	0,9	0,17	0,6
7	0,87	0,61	0,87	0,15	0,42
8	1,01	1,08	1,01	0,06	0,14
9	0,85	0,85	0,85	0,04	0,34
10	0,98	0,9	0,98	0,08	0,45
11	0,96	0,77	-	-	0,02
12	0,74	0,17	0,74	0,05	0,1
13	0,38	0,47	-	-	-

Analisis Volume Total Saluran Drainase

Volume total saluran merupakan kapasitas maksimum saluran dalam menampung aliran air sebelum dipengaruhi oleh sedimentasi. Perhitungan volume total

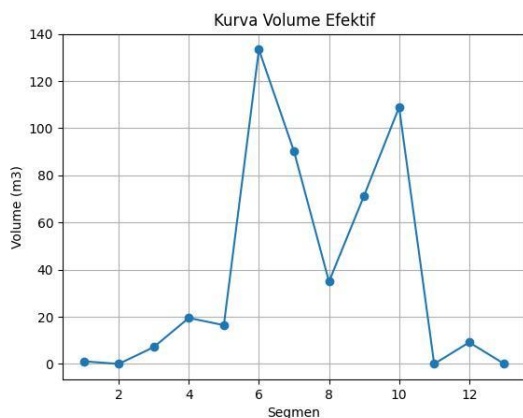


dilakukan berdasarkan dimensi saluran pada setiap segmen pengamatan. Hasil perhitungan volume total saluran pada masing-masing segmen disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Volume Total Saluran pada Setiap Segmen

Berdasarkan data pada diagram 1, volume total saluran drainase pada setiap segmen menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Volume terbesar terdapat pada segmen 8 sebesar 269,43 m³, diikuti oleh segmen 6 sebesar 240,08 m³ dan segmen 10 sebesar 217,85 m³. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi saluran pada segmen-segmen tersebut relatif lebih besar dibandingkan segmen lainnya. Sebaliknya, volume terkecil terdapat pada segmen 12 sebesar 31,07 m³ dan segmen 13 sebesar 44,11 m³. Analisis Volume Efektif Saluran Drainase Volume efektif saluran drainase menunjukkan kapasitas nyata saluran dalam menyalurkan air setelah dikurangi akumulasi sedimen. Data volume efektif tiap segmen disajikan pada Gambar 5.

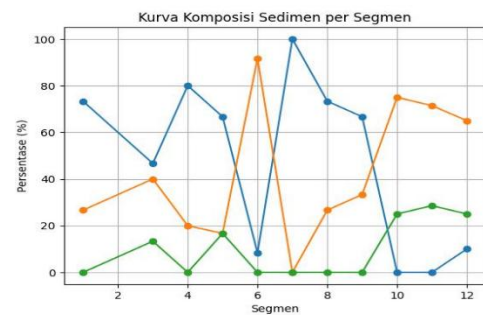


Gambar 5. Volume Efektif Saluran pada Setiap Segmen

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa beberapa segmen mengalami penurunan kapasitas efektif yang signifikan akibat sedimentasi. Segmen 4 dan 5, meskipun memiliki volume total cukup besar, volume efektifnya menurun drastis menjadi 19,51 m³ dan 16,43 m³. Segmen 1,

2, 3, 11, 12, dan 13 menunjukkan i. Segmen yang relatif efektif berada di area dengan aliran lancar dan saluran berbentuk teratur, sesuai prinsip drainase bahwa sedimentasi menurunkan kapasitas saluran. Secara keseluruhan, analisis volume efektif menunjukkan segmen paling kritis dalam hal efektivitas drainase adalah segmen 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, dan 13. Temuan ini menjadi dasar untuk rekomendasi perawatan dan pengelolaan sedimentasi agar kapasitas saluran tetap optimal.

Analisis Persentase Komposisi Sedimen Persentase komposisi sedimen digunakan untuk menilai perbandingan material penyusun sedimen, yaitu pasir, lumpur, dan liat, pada setiap segmen saluran. Analisis ini penting untuk memahami karakter endapan yang dapat memengaruhi kapasitas efektif drainase.



Gambar 6. Persentase Komposisi Sedimen per Segmen

Segmen 2 dan 13 tidak dianalisis karena saluran pada titik tersebut sudah kering sehingga sampel sedimen tidak dapat diambil secara manual. Berdasarkan Grafik Kurva 2, terlihat pola karakter sedimen pada setiap segmen. Segmen dengan kandungan pasir tinggi, seperti segmen 1, 4, 5, 7, 8, dan 9, cenderung memiliki aliran lebih lancar karena partikel kasar pasir relatif tidak menghambat aliran. Sebaliknya, segmen 6, 10, 11, dan 12 menunjukkan dominasi lumpur dan liat, yang merupakan partikel halus, sehingga aliran menjadi lebih lambat dan berpotensi mempercepat sedimentasi serta menurunkan kapasitas efektif saluran. Fenomena ini sesuai dengan prinsip sedimentasi bahwa partikel halus seperti lumpur dan liat lebih mudah tersuspensi dan menumpuk dalam saluran (USDA, 2009; Chow, 2009



KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data volume total, volume efektif, dan persentase komposisi sedimen pada 13 segmen saluran drainase di Kecamatan Batang Kuis, diperoleh beberapa kesimpulan penting. Volume total saluran bervariasi antarsegmen, dengan kapasitas terbesar pada segmen 8 dan terkecil pada segmen 12. Variasi ini dipengaruhi oleh dimensi saluran dan kondisi fisiknya. Analisis volume efektif menunjukkan bahwa sedimentasi menurunkan kapasitas saluran, terutama pada segmen yang didominasi partikel halus seperti lumpur dan liat, sehingga meningkatkan potensi genangan dan penyumbatan.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan untuk melakukan pembersihan rutin pada segmen kritis, memperbaiki bentuk dan dimensi saluran pada segmen yang menyebar atau kering, serta mengendalikan sumber sedimentasi dari permukiman atau aliran lambat. Pemantauan berkala terhadap komposisi sedimen juga penting untuk menilai perubahan karakter sedimen dan efektivitas saluran dari waktu ke waktu. Dengan langkah-langkah ini, efektivitas saluran drainase dapat ditingkatkan, risiko genangan dan tersumbat dapat dikurangi, dan pengelolaan saluran menjadi lebih sistematis berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin. (2018). Analisis kapasitas saluran drainase berdasarkan kondisi fisik.
- Cahyani, D., & Saves, M. (2024). Pengaruh sedimentasi terhadap kapasitas saluran drainase.
- Cahyono, B., & Miguez, M. (2023). Kajian sistem drainase pada wilayah berkembang.
- Canubry, et al. (2021). Perubahan kondisi fisik saluran akibat sedimentasi jangka panjang.
- Chow, V. T. (2009). *Open Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill.
- Ifanda, R., & Rosariawarri, N. (2024). Evaluasi kondisi fisik saluran drainase berbasis pengukuran lapangan.
- Nurdin, A., & Ayu, P. (2020). Dampak sedimentasi terhadap penurunan kapasitas aliran.
- Soekma, R., & Mahendra, D. (2023). Analisis penyebab genangan akibat sedimentasi saluran drainase.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

USDA. (2009). *Soil Mechanics and Sedimentation Analysis*. United States Department of Agriculture.