

Metode Pencocokan Bunyi Ketuk Buah dengan Kadar Kemanisan Menggunakan *k-Nearest Neighbour*

Ranny, Yustinus Eko Soelistio, Ni Made Satvika

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia
ranny@umn.ac.id

Diterima 23 November 2016

Disetujui 22 Desember 2016

Abstract—The development of fruit local industry is very high, but it less competitive than the imported fruit product. The kind of Indonesian fruit is very variative, but the support technology in this industry is still not implemented. This problem make the local fruit industry cannot compete with imported fruit. The purpose of the research is to develop a technology that can increase the using of technology on fruit industry. This research focus is fruit sweetness measurment technology. This research is to find the relation between fruit sweetness level and the fruit tapping sound. Fast Fourier Transform is used as sound feature extraction method to get the feature. Based on the feature the fruit sweetness level can be predicted using the *k* Nearest Neighbour (kNN). The experiment on this research is divided into two parts. The first part is to test the training data and the second is using the training data to predict the sweetness level of the fruits. The result of the research shows that the correlation between tapping sound and sweetness level can be used to predict the sweetness level of the fruit.

Index Terms—Sweetness Degree, Brix, *k* Nearest Neighbor, and Fast Fourier Transform.

I. PENDAHULUAN

Teknologi perkebunan menjadi salah satu bidang unggulan di Indonesia, namun sayangnya produk ini masih belum dikembangkan secara maksimal. Berdasarkan laporan dari Gabungan Importir Hasil Bumi Indonesia sebesar 85% produk hortikultura (sayur dan buah) merupakan produk impor dan meningkat setiap tahunnya [1]. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa Cina sebagai pemasok buah impor terbesar ke Indonesia pada tahun 2011 dan ada bulan Januari-Februari 2012 mengalami penignkatan dari US\$46,7 juta pada bulan Desember 2011 menjadi US\$62,6 juta

pada bulan Januari 2012 dan dari angka US\$30 juta pada bulan Februari menjadi US\$48,2 juta pada bulan Maret di tahun yang sama [1][4]. Selain itu impor buah dari Thailand juga mengalami kenaikan dari angka US\$10,95 juta pada bulan Juni 2012 menjadi US\$35,07 juta pada bulan Juli 2012 dan mencapai angka US\$40,55 juta pada bulan Agustus 2012 [1]. Sebenarnya produk buah di Indonesia tidak kalah kualitasnya dengan produk impor, penerapan teknologi yang kurang mengakibatkan produk Indonesia kalah bersaing di pasaran dari buah impor. Pada penelitian ini akan dikaji sebuah metode pengembangan teknologi yang diimplementasikan dalam pengukuran kemanisan dari produk buah-buahan. Pengukuran kadar kemanisan buah menjadi hal yang penting karena dengan kualitas buah untuk perdagangan dapat dilihat dari kadar kemanisannya. Saat ini metode yang banyak digunakan adalah metode konvensional yang menggunakan alat ukur manual yaitu alat ukur refractometer. Alat ukur refractometer merupakan sebuah alat ukur tingkat kadar gula dari buah-buahan. Kadar gula yang tinggi pada buah-buahan merupakan produk yang laku di pasaran, sayangnya pengukuran kadar gula/ tingkat kemanisan menggunakan alat ukur refractometer memerlukan keahlian khusus dalam penggunaannya, selain itu juga cara penggunaannya yang tidak praktis karena harus mengambil sampel daging buah untuk diukur kadar manisnya, artinya buah harus dikupas dan diambil daging buahnya terlebih dahulu untuk diukur, sehingga merusak buah itu sendiri.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah metode yang lebih praktis dan cepat yaitu menggunakan metode pengenalan pola bunyi ketuk buah. Ide ini muncul berlandaskan pada sebuah cara cepat dan umum yang biasa dilakukan oleh para ahli di bidang buah-buahan jika ingin mengecek secara cepat tingkat kematangan buah. Namun, keahlian pengenalan kemanisan buah dengan cara ketuk ini hanya dapat dilakukan oleh pakar yang telah berpengalaman dalam membedakan buah matang dan belum matang.

Penelitian yang dilakukan juga merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Kematangan Buah Semangka Berbasis Bunyi dengan Menggunakan Metode Hidden Markov Model” [3]. Pada penelitian tersebut metode pengenalan ketuk suara serta metode penelitian untuk validasi keakuratan memiliki perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini. Metode ekstraksi ciri suara ketuk yang digunakan pada penelitian sebelumnya menggunakan metode *Mel Frequency Cepstrum Coefficients* (MFCC) sedangkan pada penelitian ini akan digunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT). Penggunaan metode FFT diharapkan akan mempercepat proses ekstraksi ciri karena proses perhitungan yang dilakukan lebih singkat dibanding metode MFCC [7]. Pada penelitian ini juga menggunakan proses validasi yang berbeda yaitu menggunakan alat ukur tingkat kemanisan refractometer sedangkan pada penelitian sebelumnya digunakan pakar untuk mengukur kemanisan. Diharapkan dengan menggunakan alat ukur hasil dari pengenalan akan lebih valid.

Metode ekstraksi ciri yang akan digunakan adalah *Fast Fourier Transform* (FFT), sedangkan metode pengenalan pola menggunakan *k-Nearest Neighbor* (kNN). Metode FFT digunakan pada ekstraksi ciri karena metode ini mampu mengambil ciri suara yang dapat mewakili data suara yang ada. Metode FFT mengubah data suara yang berbasis waktu menjadi berbasis frekuensi sehingga akan mempermudah analisis data suara.

Metode FFT dan kNN akan dibangun dan diimplementasikan untuk pengenalan bunyi ketuk buah karena kedua metode tersebut memiliki tingkat akurasi pengenalan pola yang tinggi. Pada penelitian ini akan digunakan buah melon, papaya dan semangka karena ketiga jenis buah ini adalah buah yang umum di pasaran dan banyak mengandung air sehingga kualitas dari bunyi ketuk yang dihasilkan akan baik. Selain itu berdasarkan Badan Statistik Indonesia mencatat bahwa pertumbuhan produksi tanaman buah-buahan tanaman semangka memiliki perkembangan yang tinggi pada tahun 2010-2011 yaitu sebesar 42,74%, tingkat perkembangan kedua tertinggi setelah buah salak yaitu sebesar 44,31% [1]. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa produksi semangka yang tinggi terus meningkat membutuhkan penerapan teknologi agar dapat mempercepat proses pengolahan berikutnya, dengan mampu mengukur kadar kemanisan dengan lebih cepat dan akurat maka dapat mempercepat pula proses pengukuran kualitas buah yang dihasilkan. Pengukuran kualitas yang tepat dan cepat akan mempercepat pemenuhan kebutuhan pasar.

Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen menggunakan data bunyi ketuk dan kadar kemanisan dalam derajat Brix. Pengambilan data bunyi ketuk akan direkam menjadi data digital dan kadar kemanisan akan menggunakan alat ukur refraktometer. Pengukuran kadar kemanisan akan menggunakan langkah-langkah dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada paper acuan. Sedangkan pengambilan data bunyi ketuk akan diatur secara konstan pola pengambilan suaranya yaitu pada kondisi minim gangguan bunyi lain serta dengan jarak ketuk yang sama pada setiap perekaman bunyi. Data-data yang telah diperoleh akan dibagi menjadi data latih dan data uji sehingga hasil keakuratan didapat.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Metode Pengukuran Kadar Kemanisan Buah

Kadar kemanisan pada buah menjadi salah satu pengukuran kualitas buah hasil produksi

perkebunan. Konsumen buah pada umumnya lebih memilih kadar kemanisan tertentu untuk dikonsumsi sendiri maupun untuk diolah kembali menjadi produk jadi. Pengukuran kadar kemanisan gula dilakukan dengan mengukur kadar sukrosa yang terkandung pada buah. Sukrosa merupakan kandungan pada buah yang menimbulkan rasa manis. Pada umumnya proses pengukuran kadar kemanisan buah dapat dilakukan menggunakan alat ukur refractometer, alat ukur yang digunakan untuk mengukur kadar kemanisan pada buah dengan satuan derajat Brix. Pada referensi [6] menunjukkan hasil pengukuran derajat Brix pada buah, hasil pengukuran pada penelitian sebelumnya itu akan digunakan sebagai perbandingan acuan hasil pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini.

B. Metode Pengenalan Pola Bunyi

Pola pengenalan bunyi atau suara pada penelitian ini akan dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap ekstraksi ciri bunyi dan tahap pengenalan pola. Tahap ekstraksi ciri merupakan tahap pengambilan ciri bunyi. Bunyi merupakan gelombang getar, berdasarkan gelombang getar yang dihasilkan tersebut akan diambil ciri bunyi dengan menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT), sebuah metode yang mengubah nilai gelombang bunyi menjadi nilai Fourier yang merupakan ciri dari bunyi.

Setelah didapatkan ciri bunyi maka langkah selanjutnya adalah pengenalan pola. Tujuan dari tahap ini adalah mengenali pola dari ciri bunyi ketuk buah, pola yang didapat akan dikelompokkan berdasarkan tingkat kemanisan buahnya dalam satuan derajat Brix. Tiap kelompok tingkat kemanisannya akan dibedakan berdasarkan hasil pra eksperimen yang dilakukan, yaitu mengukur tingkat kemanisan menggunakan alat ukur refractometer. Hasil dari pengenalan pola akan diujikan untuk mengukur hasil pengelompokan, pengujian akan dilakukan dengan beberapa kondisi agar didapat hasil pengujian yang akurat. Berdasarkan hasil pengujian akan didapat tingkat akurasi sistem yang telah dirancang dan dibuat.

Metode pengenalan pola dan klasifikasi

menggunakan metode k Nearest Neighbor (kNN). Metode kNN telah banyak digunakan pada permasalahan pengenalan pola, salah satunya yang dijabarkan pada [2][9]. Hasil penelitian sebelumnya mengatakan bahwa metode kNN memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan metode kNN mendukung penggunaan jumlah data latih yang besar sehingga hasil pengenalan pola yang didapat memiliki akurasi yang tinggi. Metode kNN mengelompokkan suatu pola berdasarkan jarak kemiripannya yang artinya pelatihan yang dilakukan berdasarkan data aktual tanpa adanya pendekatan perkiraan.

III. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pembuatan program dan tahap pengujian sistem. Pada tahap pembuatan program diawali dengan perancangan program yang bertujuan untuk menentukan input, output serta proses yang dibutuhkan untuk menerapkan algoritma yang telah dipelajari sebelumnya. Bentuk atau format data input ditentukan di awal perancangan yang bertujuan untuk mempermudah penentuan keluaran dari data yang dikumpulkan. Tahap pengujian merupakan eksperimen yang dilakukan untuk menguji program atau metode yang digunakan untuk melakukan prediksi kadar kemanisan buah berdasarkan pola bunyi ketuk buah. Hasil dari pengujian akan diukur berdasarkan akurasi kebenaran prediksi dari data yang telah dipetakan antara tingkat kemanisan dengan pola bunyi yang didapat.

Pada penelitian ini akan dilakukan akan dilakukan perancangan sistem pengenalan suara ketuk buah. Penelitian yang dilakukan untuk mencari pola bunyi ketuk buah dari buah melon dan semangka, kemudian buah tersebut akan diukur kadar kemanisannya menggunakan alat refraktometer. Hasil rekam bunyi ketuk akan dipasangkan dengan hasil pengukuran kadar kemanisan, data ini akan digunakan sebagai data latih dan data uji untuk pengklasifikasian bunyi ketuk buah, sehingga hasil klasifikasi buah akan

dicocokkan dengan kadar kemanisannya.

Pelatihan yang dilakukan akan terdiri dari tahapan ekstraksi ciri dan klasifikasi bunyi ketuk berdasarkan kadar kemanisannya. Setelah dilatih akan diujikan bunyi ketuk buah untuk diprediksi kadar kemanisannya. Hasil ketepatan prediksi akan digunakan sebagai pengukur tingkat keakuratan sistem yang dibangun.

Metode pengenalan pola dan klasifikasi bunyi ketuk akan menggunakan metode kNN. Sebelum pengenalan pola dilakukan akan dilakukan ekstraksi ciri suara menggunakan FFT. Hasil pengenalan pola akan digunakan untuk pengklasifikasian bunyi sehingga dapat diketahui pola bunyi ketuk untuk mengukur kadar kemanisannya.

Sistem yang dibangun menggunakan program Matlab dengan didukung pada mesin yang memadai. Sistem yang dirancang akan memiliki beberapa *feature* antara lain:

1. Rekam suara buah

Feature ini akan melakukan proses perekaman suara ketuk buah. *Feature* ini akan bekerja menggunakan program rekam suara dan microphone dan menyimpan data suara ketuk buah kedalam format audio .wav.

2. Ekstraksi ciri suara buah

Setelah data suara ketuk buah direkam dan disimpan maka dilakukan proses ekstraksi ciri untuk mendapatkan ciri dari masing-masing suara buah.

3. Pelatihan

Pada *feature* pelatihan akan dilakukan proses klasifikasi dan pemberian label kadar kemanisannya. Hasil dari pelatihan akan digunakan sebagai basis data sistem. Pelatihan ini wajib dilakukan jika sistem belum memiliki basis data pelatihan sama sekali. Namun, jika sistem telah memiliki basis data maka dapat langsung dilakukan pengujian.

4. Pengujian

Proses pengujian akan dilakukan untuk

melihat data suara buah yang akan dicari kadar kemanisannya berdasarkan data suara ketuk buah yang telah diekstraksi ciri menggunakan *feature* ekstraksi ciri suara buah.

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan teknik sampling, yaitu mengambil beberapa contoh data untuk masing-masing kelompok atau populasi. Pada penelitian ini digunakan 20-25 buah untuk masing-masing populasi. Populasi yang digunakan adalah jenis buah, jenis buah yang digunakan pada penelitian ini adalah semangka, melon dan papaya. Setiap jenis buah diambil data bunyi ketuknya dengan cara diketuk pada tiga posisi berbeda yaitu: posisi atas (batang), bawah dan tengah. Alat pukul untuk menghasilkan bunyi menggunakan berbagai cara dan alat antara lain: telapak tangan, tabung plastik (spidol), dan jari. Masing-masing posisi dan alat ketuk dilakukan pengambilan data sebanyak 3-5 kali perekaman.

Alat rekam bunyi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. *Microphone* dan standing microphone

Standing microphone digunakan agar jarak antara buah dengan microphone stabil.

- b. *Headphone*

Headphone digunakan untuk mengecek kualitas dari bunyi yang dihasilkan secara langsung.

- c. *Recorder H4N6*

Recorder khusus digunakan karena microphone yang digunakan merekam bunyi dalam bentuk analog, padahal keluaran data yang dibutuhkan berupa data digital .wav, untuk itu digunakan recorder H4N6 untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital.

Selain perangkat keras yang digunakan, proses perekaman data bunyi ketuk juga membutuhkan perangkat lunak untuk mengontrol parameter data digital yang diinginkan. Perangkat lunak yang digunakan adalah Audacity yang dapat diunduh

secara gratis di www.audacityteam.org.

Selain data bunyi ketuk, data derajat kemanisan juga diambil pada proses pengambilan data. Masing-masing buah diukur kadar kemanisannya menggunakan alat ukur kadar kemanisan Refraktometer. Daging buah diambil sebanyak 5 kali pada posisi acak kemudian diukur kadar kemanisannya dalam satuan derajat Brix. Hasil dari pengukuran dicatat berdasarkan label buah yang telah diberikan dan disimpan pada sebuah tabel.

C. Eksperimen

Eksperimen yang dilakukan akan menggunakan data suara buah dan data kadar kemanisan buah yang diukur menggunakan alat refraktometer. Perekaman data suara buah dilakukan pada lingkungan yang minim noise. Buah yang digunakan adalah buah melon, semangka dan papaya yang diperoleh dari beberapa pasar di sekitar kota Tangerang. Variabel pengukuran hanya akan digunakan variabel kadar kemanisan buah.

Eksperimen akan dibagi menjadi dua yaitu menggunakan data yang telah dilatih sebelumnya dan eksperimen dengan data yang belum dilatih. Hasil dari eksperimen akan dibandingkan untuk mengukur keakuratan metode yang digunakan

D. Tahapan Pengujian dan Analisa

Tahap pengujian dan analisa dilakukan untuk melihat hasil eksperimen. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapat hasil akurasi metode yang digunakan untuk mencari keterhubungan antara kadar kemanisan dengan pola ketuk bunyi buah. Perhitungan akurasi prediksi didapat dengan cara menghitung banyaknya data uji yang secara tepat memprediksi kadar kemanisan. Analisa juga dilakukan untuk mendapatkan parameter apa saja yang menentukan akurasi prediksi. Metode penelitian menjelaskan rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek, bahan dan alat utama, tempat, teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel penelitian, dan teknik analisis.


IV. Hasil dan Pembahasan

Pada laporan kemajuan ini baru didapatkan hasil pengujian buah semangka sebanyak 20 buah dan buah melon sebanyak 10 buah. Pada Tabel 1 ditunjukkan hasil pengujian terhadap buah semangka. Data yang diberi warna merah menunjukkan data yang diprediksi tidak sesuai atau salah memberikan hasil prediksi. Pada posisi atas terdapat empat buah data yang memberikan hasil salah prediksi. Pada posisi tengah terdapat lima data yang salah prediksi dan pada posisi bawah terdapat enam buah data yang salah prediksi.

Tabel 1. Hasil pengujian buah semangka

Posisi	Hasil Data Uji			Data Latih
	Atas	Tengah	Bawah	
1	7.14	7.14	7.14	7.14
2	2.22-40			
3	5.56	5.56	5.56	5.56
4	6.12	6.12	7.14	6.12
5	7.14	7.14	7.14	7.06
6	8.56	7.14	8.56	8.56
7	6.12	6.12	6.12	6.72
8	7.14	7.14	7.14	7.14
9	6.98	7.06	6.98	6.98
10	7.26	7.26	7.26	7.26
11	9.12	9.12	9.12	9.12
12	7.54	7.54	7.54	7.54
13	7.54	7.54	7.54	7.5
14	6.74	6.74	6.74	6.74
15	8.32	8.32	8.32	8.32
16	6.14	6.14	6.14	6.14
17	6.06	6.06	6.14	5.62
18	6.06	6.14	6.06	6.06
19	8	8	8	8
20	5.54	5.54	5.54	5.54
21	6.82	6.82	6.82	6.82

Ket:

 = buah pecah

Pada Tabel 2 ditunjukkan hasil pengujian terhadap buah melon. Pada posisi atas terdapat satu buah data yang memberikan hasil salah prediksi. Pada posisi tengah terdapat empat data yang salah prediksi dan pada posisi bawah terdapat empat buah data yang salah.

Tabel 2. Hasil pengujian buah melon

Posisi	Hasil Data Uji			Data Latih
	Atas	Tengah	Bawah	
1	8.94	8.94	8.94	8.94
2	7.12	8	8	7.12
3	8	8	8	8
4	7	7	7	7
5	7.4	7	7	7.4
6	9.76	9.76	9.76	9.76
7	10.6	10.6	10.6	10.76
8	10.6	10.6	10.6	10.6
9	10.04	10.6	10.6	10.04
10	9.8	9.76	9.76	9.8

V. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode FFT dan kNN berhasil diterapkan pada prediksi kadar kemanisan menggunakan pola bunyi ketuk buah. Posisi yang memberikan hasil baik adalah posisi ketuk atas. Proses pengambilan data juga dihasilkan pada penelitian ini, kondisi sunyi tanpa gangguan akan mempermudah proses eksperimen. Buah juga sebaiknya tidak diinapkan pada ruangan karena akan mengalami kebusukan dan mudah pecah. Proses pengambilan data menjadi bagian yang membutuhkan perencanaan lebih matang dan sebaiknya dilakukan simulasi pengambilan data sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data menjadi lebih singkat. Pada segi metode dan algoritma dapat dikembangkan menggunakan metode lain yang dapat meningkatkan akurasi. Jumlah data untuk masing-masing jenis buah dapat diperbanyak dan diperoleh dari berbagai sumber, sehingga meningkatkan reliabilitas dari sistem yang dibuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang dilakukan memperoleh sumber dana dari Ditjen Risbang, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada para mahasiswa yang telah aktif terlibat pada diskusi ilmiah dan pengumpulan data, antara lain, Eka Cahya Rahmadhani, Candy, Putri, dan Westly yang merupakan mahasiswa dari Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia. Selain itu ucapan terima kasih diberikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Multimedia Nusantara yang telah mendukung jalannya penelitian hingga selesai. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada *Multimedia Intelligent Systems Research Group* (MIS-RG) Universitas Multimedia Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CWTS UGM, Retrieved from <http://cwts.ugm.ac.id/2013/04/politik-perdagangan-buah-impor-indonesia-tahun-2011-2012/>, 2011-2012
- [2] Cai, Y.-l., Ji, D., & Cai, D.-f., "A KNN Research Paper Classification Method Based on Shared Nearest Neighbor," NTCIR-8 Workshp Meeting, Tokyo, 2010.
- [3] Ferdianto, R., "Rancang Bangun Aplikasi Pendektesian Kematangan Buah Semangka Berbasis Bunyi dengan Menggunakan Metode Hidden Markov Model," Tangerang, Universitas Multimedia Nusantara, 2014.
- [4] Fik/Ndw, Retrieved from <http://bisnis.liputan6.com/read/2089902/bps-ri-gemar-konsumsi-produk-pertanian-luar-negeri>, 2014.
- [5] Gupta, U. K., "Frequency Analysis of Speech Signals for Devanagari Script and Numerals Using FFT. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering," vol 3(5), May 2013.
- [6] Hidayanto, E., Rofiq, A., & Sugito, H., "Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias. Berkala Fisika", vol 13, hal 113-118, Oktober 2010.
- [7] Mustofa, A., "Sistem Pengenalan Penutur dengan Metode Mel-Frequency Wrapping. Jurnal Teknik Elektro", September 2007.
- [8] Suryamin. (2012). http://www.bps.go.id/booklet/Booklet_Agustus_2012.pdf, 2012.
- [9] Yang, T., Cao, L., & Zhang, C., "A Novel Prototype Reduction Method for the k-Nearest Neighbor Algorithm with $K \geq 1$," Z. e. al, Ed, PAKDD, hal 89-100, 2010