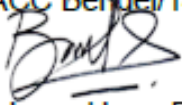


ACC Bendel/14-09-2020



Bambang Herry Pumomo/DPU



Yuli Wibowo / Penguji

ACC Bendel 02102020



Dedy Wirawan



Acc Bendel 10/9/2020



Bertung Suryadharma

**MODEL PENGENDALIAN MUTU BIJI KAKAO
MENGUNAKAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB
(STUDI KASUS DI PTPN XII BANJARSARI KABUPATEN JEMBER)**

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Saiful Anam
NIM. 141710301014**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**MODEL PENGENDALIAN MUTU BIJI KAKAO
MENGUNAKAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB
(STUDI KASUS DI PTPN XII BANJARSARI KABUPATEN JEMBER**

diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
program strata satu (S1) Program Studi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Saiful Anam
NIM. 141710301014**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

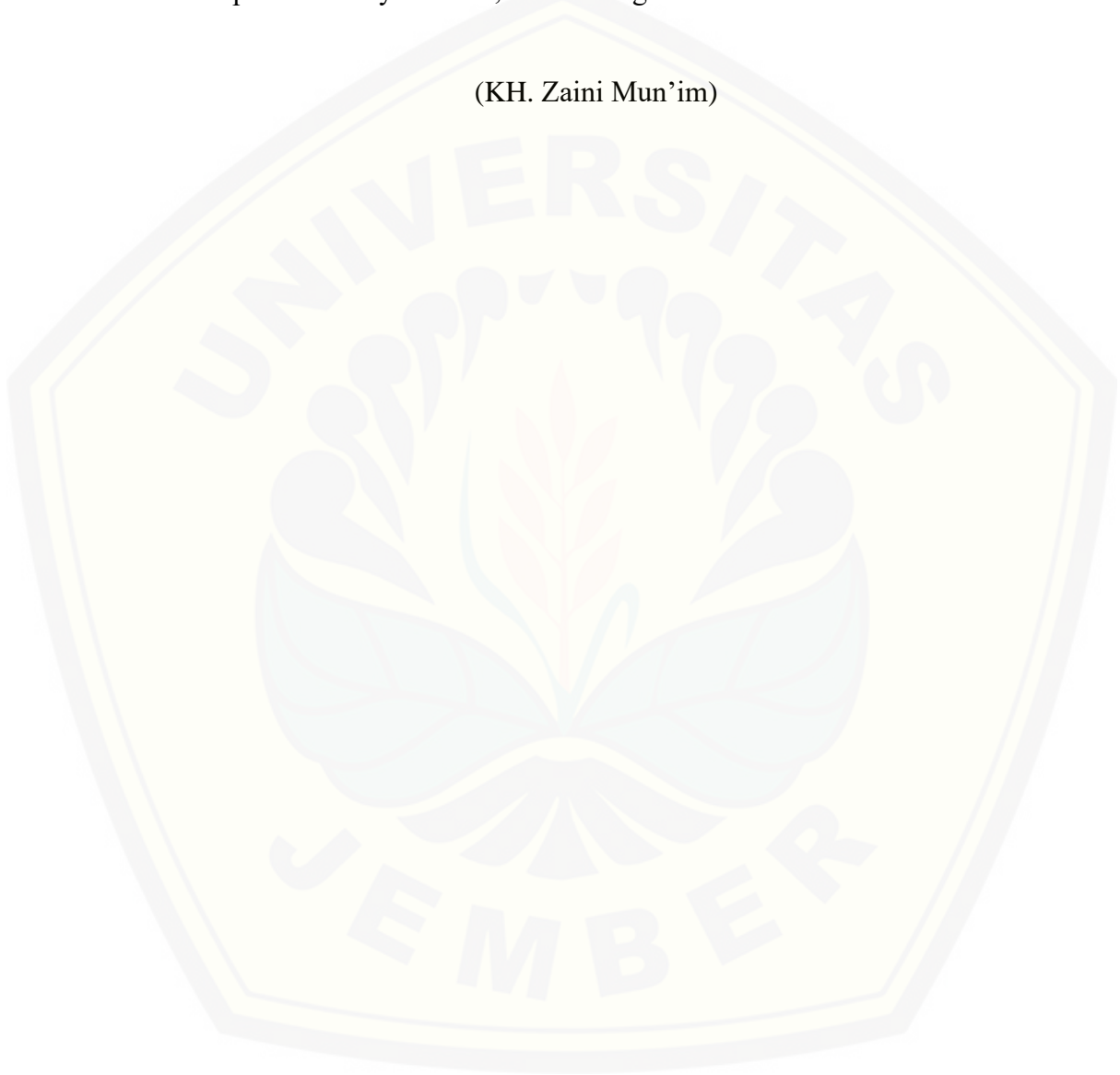
Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, hidayah, dan pengampunan, serta karunia-Nya. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, skripsi ini penulis persembahkan sebagai wujud cinta kasih penulis kepada.

1. Keluarga besar penulis, Bapak Yusuf Soleh dan Ibu Yuni Hoiriyah, yang telah membesarkan, mendidik, mendukung dan menasehati penulis hingga saat ini serta Kakak Fatmawati Fajriyah, yang terus memberi motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
2. Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan nasihat selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, serta Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Dedy Wirawan Soediby, S. TP., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
3. Seluruh guru mulai dari TK, SD, MTs, SMA, dan hingga di bangku perkuliahan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan beribu-ribu terima kasih karena telah mendidik dan memberikan ilmunya kepada penulis.
4. Seluruh teman-teman seangkatan Teknologi Industri Pertanian 2014 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan kesan dan kenangan yang indah dengan penulis.
5. Almater Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Orang yang hidup di Indonesia kemudian tidak melakukan perjuangan, dia telah berbuat maksiat. Orang yang hanya memikirkan masalah ekonominya saja dan pendidikannya sendiri, maka orang itu telah berbuat maksiat”

(KH. Zaini Mun'im)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Saiful Anam

NIM : 141710301014

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “*Model Pengendalian Mutu Biji Kakao Menggunakan Sistem Pakar Berbasis Web (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07 September 2020

Yang menyatakan,

Ahmad Saiful Anam
NIM. 141710301014

SKRIPSI

**MODEL PENGENDALIAN MUTU BIJI KAKAO
MENGUNAKAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB
(STUDI KASUS DI PTPN XII BANJARSARI KABUPATEN JEMBER)**

Oleh:

**Ahmad Saiful Anam
NIM 141710301014**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Herry Purnomo, S. TP., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S. TP., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Pengendalian Mutu Biji Kakao Menggunakan Sistem Pakar Berbasis Web (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Senin
Tanggal : 29 Juni 2020
Tempat : Perum Mastrip L33 Via Cisco Webex Meetings

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Bambang Herry Purnomo, S. TP., M.Si.
NIP. 197505301999031002

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S. TP., M.Si.
NIP. 197407071999031002

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dr. Yuli Wibowo, S. TP., M.Si.
NIP. 197207301999031000

Bertung Suryadharma, S. ST., M.Kom.
NIP. 760018063

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S. TP, M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

“MODEL PENGENDALIAN MUTU BIJI KAKAO MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR BERBASIS WEB (STUDI KASUS DI PTPN XII BANJARSARI KABUPATEN JEMBER)”; Ahmad Saiful Anam; 141710301014; 2020; 38 Halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Peranian Universitas Jember.

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman tropis yang berasal dari Amerika Tengah. Di Indonesia tanaman kakao yang dibudidayakan sebagian besar berjenis kakao curah dengan sentra produksi utama di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah serta jenis kakao mulia dibudidayakan oleh perkebunan (PTPN) di Jawa Timur dan Jawa Tengah. PTPN XII Banjarsai Kabupaten Jember merupakan Perkebunan Milik Negara yang mengolah komoditas kakao menjadi produk setengah jadi yaitu biji kakao. Proses pengolahan biji kakao yang terdapat di Pabrik Gerengrejo PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember dapat digolongkan menjadi tiga jenis proses, yaitu proses panen, proses pascapanen dan proses penyimpanan. Proses pengolahan biji kakao dikerjakan oleh pekerja yang berbeda pada setiap prosesnya serta tetap dilakukan pengawasan mutu produksinya.

Pengawasan mutu dilakukan mulai dari proses pemilihan buah kakao masak hingga penyimpanan biji kakao kering. Pada saat proses pengolahan biji kakao sering ditemukan masalah pada saat proses produksi berlangsung, misalnya terdapat biji pecah pada saat proses penjemuran dan diperlukan pengambilan keputusan secara tepat dan cepat, namun pekerja tidak dapat mengambil keputusan secara langsung tanpa dikonsultasikan terlebih dahulu dengan pakar. Karyawan yang dapat disebut pakar meliputi kepala bagian pengolahan, karena minimnya pengetahuan pekerja terhadap proses pengolahan kakao secara menyeluruh. Proses pengambilan keputusan dengan model tersebut memiliki kelemahan dari sisi waktu

dan sumber informasi, sehingga lambat dalam pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan dilakukan dengan mengakuisisi pengetahuan pakar dalam bentuk sistem pakar dan digunakan sebagai kontrol kualitas atau pengendalian mutu pada setiap proses pengolahan biji kakao. Metode yang digunakan pada sistem pakar ini, yaitu *Forward Chaining* dan dirancang menggunakan bahasa *PHP* dengan *Visual Studio Code* serta *phpMyAdmin* sebagai *database* dengan bahasa *MySQL*. Data yang dijadikan untuk merancang sistem pakar ini adalah hasil wawancara dengan pakar (kepala bagian pengolahan) Pabrik Gerengrejo Kebun Banjarsari PTPN XII Kabupaten Jember dan SOP sudir (23/SE/096/2002) serta SNI mutu biji kakao 2323:2008 dan Literatur. hasil analisa dari sistem ini berupa solusi dan rekomendasi terkait kendala yang terdapat pada setiap proses pengolahan biji kakao. akurasi dari hasil identifikasi berjalan baik sesuai dengan kondisi lapang yang didasarkan pada data Primer dan Skunder. kesimpulan ini diperoleh setelah proses pengujian sistem secara mandiri.

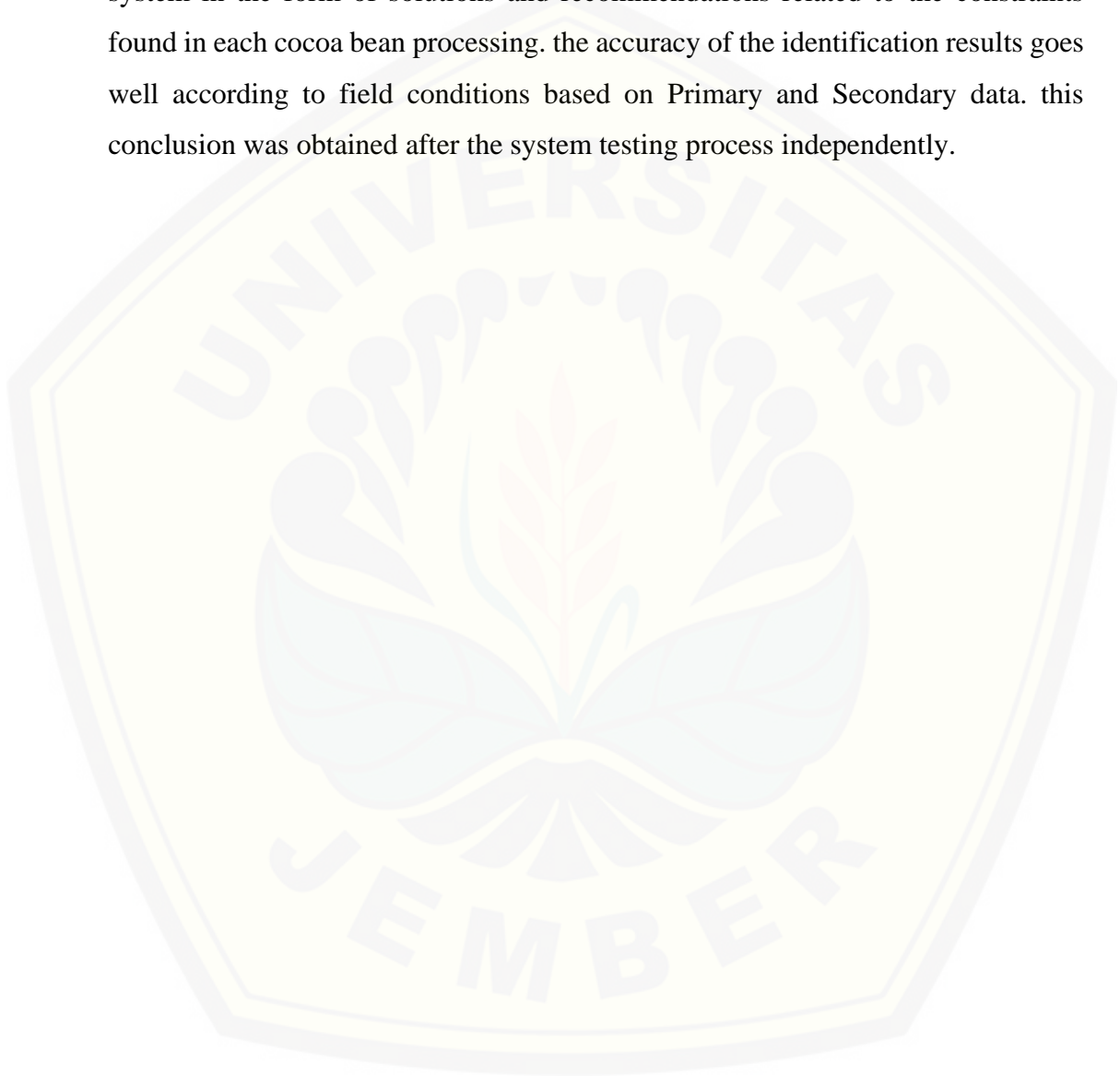
SUMMARY

“THE QUALITY CONTROL MODEL OF CACAO BEANS USING A WEB-BASED EXPERT SYSTEM (CASE STUDY AT PTPN XII BANJARSARI JEMBER REGENCY)”; Ahmad Saiful Anam; 141710301014; 2020; 38 Pages; Departement of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture Technology, Jember University

Cacao (*Theobroma cacao* L.) is a tropical plant originating from Central America. In Indonesia, the majority of the cocoa plants grown are bulk cocoa with the main production centers in South Sulawesi, Southeast Sulawesi and Central Sulawesi and the noble types of cocoa are cultivated by plantations (PTPN) in East Java and Central Java. PTPN XII Banjarsai, Jember Regency is a State-Owned Plantation that processes cocoa commodities into semi-finished products, namely cocoa beans. The processing of cocoa beans found in the Gerengrejo Factory of PTPN XII Banjarsari, Jember Regency can be classified into three types of processes, namely the harvesting process, postharvest process and storage process. The processing of cocoa beans is carried out by different workers in each process and quality control of the production is still carried out.

Quality control is carried out starting from the process of selecting mature cocoa pods to storing dried cocoa beans. When processing cocoa beans, problems are often found during the production process, for example there are broken beans during the drying process and decision making is needed precisely and quickly, but workers cannot make decisions directly without prior consultation with experts. Employees who can be called experts include the head of the processing section, due to the lack of knowledge of workers on the overall cocoa processing. The decision making process with this model has weaknesses in terms of time and sources of information, so it is slow in decision making. Decision making is done by acquiring expert knowledge in the form of expert systems and is used as quality control or quality control in each cocoa bean processing. The method used in this expert system, namely Forward Chaining and is designed using the PHP language with Visual Studio Code and phpMyAdmin as a database with the MySQL

language. The data that were invented to design this expert system were the results of interviews with experts (head of processing) of the Gerengrejo Kebun Banjarsari Factory, PTPN XII, Jember Regency and SOP sudir (23 / SE / 096/2002) and SNI quality of cocoa beans 2323: 2008 and Literature. the results of the analysis of this system in the form of solutions and recommendations related to the constraints found in each cocoa bean processing. the accuracy of the identification results goes well according to field conditions based on Primary and Secondary data. this conclusion was obtained after the system testing process independently.



PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, nikmat, berkah, serta karunia-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyusun serta menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Pengendalian Mutu Biji Kakao Menggunakan Sistem Pakar Berbasis Web (Studi Kasus Di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember)” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Terwujudnya penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membimbing, mendampingi, dan mendukung penulis. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Dedy Wirawan Soediby, S. TP., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dengan tulus dan sabar dalam penulisan skripsi ini hingga selesai.
2. Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si. dan Bertung Suryadharma S.ST., M.Kom. Selaku tim penguji, yang telah banyak memberi saran dan evaluasi agar skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah sabar membimbing dan memberikan motivasinya selama menjalani perkuliahan.
4. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas waktu dan bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.

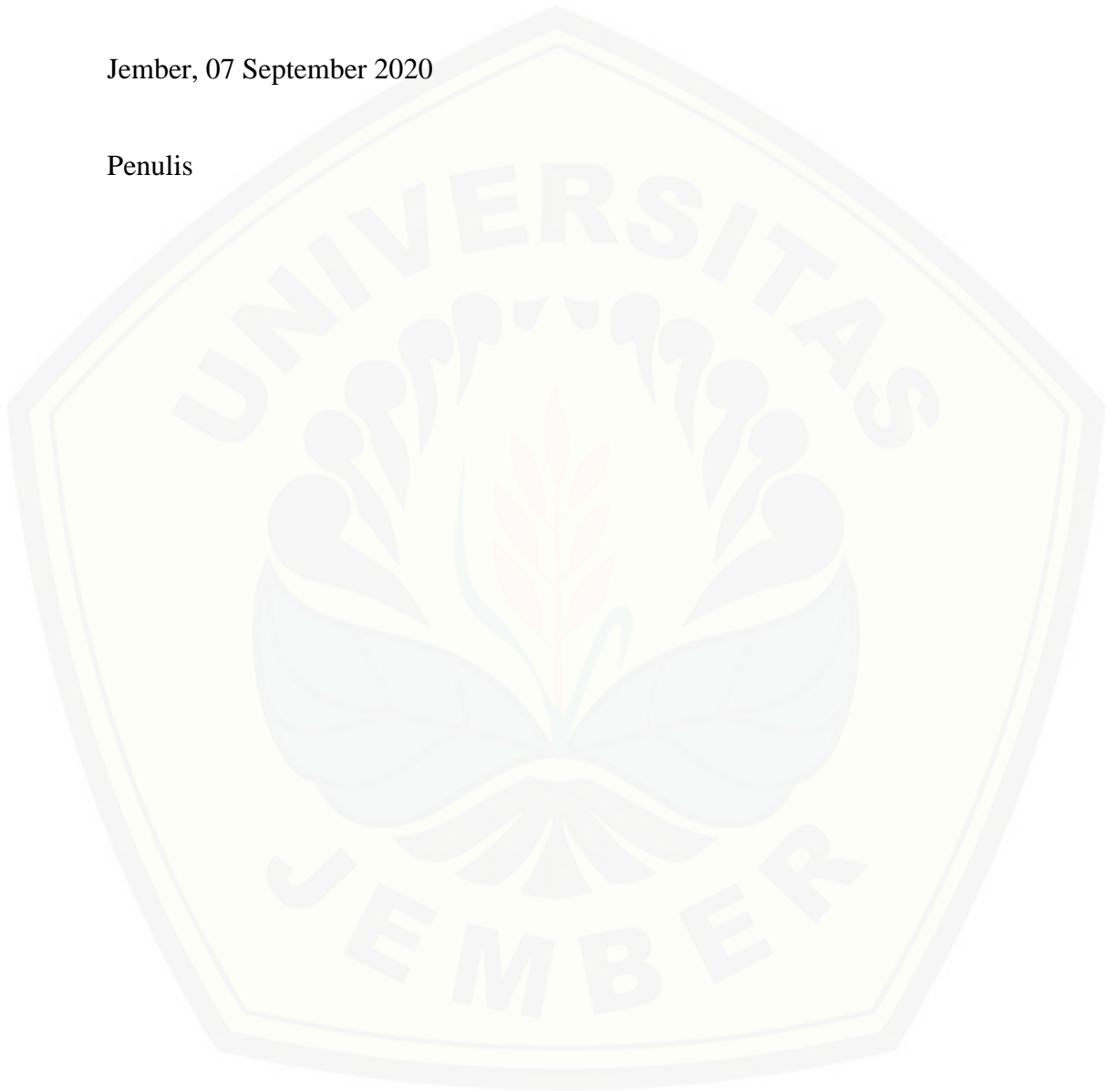
5. Bapak Yohanes selaku kepala bagian produksi pabrik Gerengrejo PTPN XII Banjarsari, Kecamatan Bangsalsari, Kabupaten Jember.
6. Keluarga besar penulis, Bapak Yusuf dan Ibu Yuni Hoiriyah, yang telah membesarkan, mendidik, mendukung dan menasehati penulis hingga saat ini serta Kakak Fatmawati Fajriyah, yang terus memberi motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir
7. Seluruh guru mulai dari TK, SD, MTs, SMA, dan hingga di bangku perkuliahan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih karena telah mendidik dan memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat yang selalu ada dikala suka maupun duka, yaitu Fajar, Ibnu, Dani, Khizam, Zakkin, Iqbal, Asep, Muhib, Arif, Alm. Adi Winarto, Mahbub.
9. Seluruh teman-teman seangkatan Teknologi Industri Pertanian 2014 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
10. Keluarga Besar Nurul Jadid in Campus (NJIC) Jember yang telah memberikan arti sebuah keluarga santri Nurul Jadid, dukungan, pengalaman dan kesan serta ilmu keorganisasian hingga menjadikan penulis sebagai santri yang bermanfaat untuk orang lain dan akan selalu terkenang oleh penulis.
11. Keluarga Besar Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesesia (PMII) Rayon FTP dan Rayon FAPERTA yang telah memberikan arti sebuah persahabatan, dukungan, pengalaman dan kesan serta ilmu keorganisasian hingga menjadikan penulis sebagai pribadi intelektual organik dan akan selalu terkenang oleh penulis.
12. Keluarga Besar Angkatan Fakultas Teknologi Pertanian 2014 yang telah memberikan dukungan yang akan selalu terkenang oleh penulis.
13. Almamater Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, baik dari segi isi

mau pun bentuk susunannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak khususnya pembaca.

Jember, 07 September 2020

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN / SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Kakao	4
2.2 Pengolahan Biji Kakao	4
2.2.1 Panen	4
2.2.2 Pascapanen	6
2.3 Standar Mutu Biji Kakao	10
2.4 Sistem Pakar	12
2.5 Metode <i>Forward Chaining</i>	13
2.6 Penelitian Terdahulu	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Kerangka Pemikiran	16
3.4 Diagram Alir Penelitian	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Perencanaan Aturan	27
4.1.1 Alur Pengambilan Keputusan Proses Sortasi Basah	27
4.1.2 Alur Pengambilan Keputusan Proses Fermentasi	28
4.1.3 Alur Pengambilan Keputusan Proses Pencucian.....	28
4.1.4 Alur Pengambilan Keputusan Proses Penjemuran/	

Pengeringan.....	29
4.1.5 Alur Pengambilan Keputusan Proses Sortasi Kering.....	30
4.1.6 Alur Pengambilan Keputusan Proses <i>Grading</i>	31
4.1.7 Alur Pengambilan Keputusan Proses Pengemasan dan Penyimpanan.....	32
4.2 Penjelasan Sistem	32
4.2.1 Halaman <i>Login</i> Pengguna	35
4.2.2 Halaman Menu Utama	35
4.2.3 Halaman Menu Konsultasi.....	36
4.2.4 Halaman <i>Database</i>	37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Standar mutu biji kakao edel.....	9
2.2 Standar mutu biji kakao bulk	9
2.3 Syarat mutu dan pemasaran biji kakao	10
2.4 Syarat mutu umum	11
2.5 Syarat mutu biji kakao (satuan dalam persen)	11
3.1 Kode proses sortasi basah (uji petik dan uji marga)	20
3.2 Hubungan kode proses sortasi basah (uji petik dan uji marga).....	20
3.3 Kode proses fermentasi	21
3.4 Hubungan antar kode pada proses fermentasi.....	21
3.5 Kode proses pencucian.....	21
3.6 Hubungan antar kode pada proses pencucian	22
3.7 Kode proses penjemuran dan pengeringan	22
3.8 Hubungan antar kode pada proses penjemuran dan pengeringan	22
3.9 Kode proses sortasi kering	23
3.10 Hubungan antar kode pada proses sortasi kering	23
3.11 Kode proses <i>grading</i>	23
3.12 Hubungan antar kode pada proses <i>grading</i>	24
3.13 Kode proses pengemasan dan penyimpanan	25
3.14 Hubungan antar kode pada proses pengemasan dan penyimpanan	25
4.1 Kendala proses sortasi basah (uji petik dan uji marga).....	27
4.2 Solusi proses sortasi basah (uji petik dan uji marga)	27
4.3 Kendala proses fermentasi	28
4.4 Solusi proses fermentasi.....	28
4.5 Kendala proses pencucian	29
4.6 Solusi proses pencucian	29
4.7 Kendala proses penjemuran/pengeringan	29
4.8 Solusi proses penjemuran/pengeringan	30
4.9 Kendala proses sortasi kering.....	30
4.10 Solusi proses sortasi kering.....	30
4.11 Kendala proses <i>grading</i>	31
4.12 Solusi proses <i>grading</i>	31
4.13 Kendala proses pengemasan dan penyimpanan	32
4.14 Solusi proses pengemasan dan penyimpanan	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman dan buah kakao.....	4
2.2 Diagram struktur pakar	13
2.3 Metode <i>forward chaining</i>	14
3.1 Kerangka pemikiran	17
3.2 Diagram alir penelitian.....	18
4.1 <i>Activity diagram</i> sistem pakar.....	33
4.2 <i>Sequence diagram</i> sistem pakar	34
4.3 Halaman <i>login</i> pengguna.....	35
4.4 Halaman menu utama.....	36
4.5 Halaman menu konsultasi	36
4.6 Halaman <i>database</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. <i>Decision tree</i> setiap proses pengolahan biji kakao	41
2. Dokumentasi	43



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman tropis yang berasal dari Amerika Tengah. Di Indonesia tanaman kakao yang dibudidayakan sebagian besar berjenis kakao curah dengan sentra produksi utama di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah serta jenis kakao mulia dibudidayakan oleh perkebunan (PTPN) di Jawa Timur dan Jawa Tengah (Pusat dan Informasi, 2007). Selain itu menurut Yazdi dan Handono (2013), Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang sesuai untuk perkebunan rakyat, karena tanaman ini dapat berbunga dan berbuah sepanjang tahun, sehingga dapat menjadi sumber pendapatan harian atau mingguan bagi petani.

Indonesia mampu memproduksi 659,80 ribu ton kakao di tahun 2017, mengalami peningkatan dibandingkan produksi pada tahun 2016 hanya sebesar 658,40 ribu ton (BPS, 2018). Secara kuantitas, produk kakao Indonesia sudah cukup memuaskan, namun secara kualitas kurang memuaskan. Menurut Fadhil, *et al.* (2015) faktor yang mempengaruhi kualitas kakao disebabkan oleh minimnya pengetahuan petani tentang teknik pengolahan kakao dan belum mampu menghasilkan biji kakao dengan mutu terbaik berdasarkan syarat mutu yang telah ditetapkan. Menurut BPS (2015) Kabupaten Jember pada tahun 2013 mampu mengekspor kakao sejumlah 169.000 kg dengan nilai jual 513.700 US \$. Dengan adanya produksi kakao yang melimpah serta nilai jual yang tinggi, perlu adanyaimbangan pada bagian hilirisasi produk yakni sektor pemasaran menuju pemanfaatan di industri, salah satu perkebunan di Jember penghasil produk biji kakao setengah jadi hanya ada di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember.

Jumlah produksi tertinggi dalam perusahaan komoditas kakao sebagian besar terdapat pada perkebunan di wilayah II. Salah satu perkebunan di wilayah II yang menjadi andalan produksi kakao, khususnya berada di Kebun Banjarsari Afdeling Gerengrejo. Lebih lanjut menurut Suharto (2006) pihak PT. Perkebunan Nusantara XII sebagai produsen *Java Cocoa* harus selalu mengikuti perkembangan karakter *niche market* tersebut agar produk yang ditawarkan kepada konsumen

dapat memenuhi mutu sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Maka pihak PTPN XII Banjarsari perlu melakukan langkah dalam meminimalisir faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mutu biji. Pada dasarnya PTPN XII Banjarsari Jember telah menerapkan manajemen mutu yang baik sesuai dengan SNI Mutu Biji Kakao (2323: 2008) serta Standar Operasional Prosedur, Sudir (23/SE/096/2002) yang ada di PTPN XII Banjarsari Jember, namun kenyataannya masih ditemukan kerusakan pada biji kakao kering yang terjadi selama proses pengolahan biji kakao, khususnya saat proses penen. Hal ini berpengaruh terhadap keuntungan karena daya saing di pasaran tidak maksimal.

Proses pengambilan keputusan dalam menentukan mutu biji kakao perlu dikonsultasikan terlebih dahulu kepada kepala bagian pengolahan yang mengetahui secara menyeluruh tentang pengolahan biji kakao dan sifatnya masih konvensional. Melalui sistem pakar dapat mempermudah proses konsultasi mutu biji kakao dan sebagai alternatif apabila waktu dalam proses konsultasi dengan pakar terbatas.

Berdasarkan kondisi yang ada pada PTPN XII Banjarsari Jember yang disebabkan oleh permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan suatu sistem pakar untuk mendukung proses konsultasi dalam mengendalikan mutu biji kakao yang judul “Model Pengendalian Mutu Biji Kakao Menggunakan Sistem Pakar Berbasis Web (Studi Kasus di PTPN XI Banjarsari Jember)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun model sistem pakar dengan metode *forward chaining* sebagai pengendalian mutu biji kakao dan *training tool* untuk rekrutmen pekerja baru di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember berbasis web.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari pembangunan aplikasi adalah sebagai berikut ini.

1. Data yang digunakan dan diolah adalah data hasil wawancara dengan pakar mutu biji kakao yaitu kepala bagian pengolahan biji kakao, SNI biji kakao 2323: 2008,

Standar Operasional Prosedur (SOP) sudir (23/SE/096/2002), serta literatur berupa buku, karya ilmiah sebagai data pelengkap.

2. Hasil keluaran dari sistem pakar sebagai pengambilan keputusan dan solusi dalam setiap kendala pada proses pengolahan biji kakao.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini *forward chaining*, PHP sebagai bahasa pemrogramannya, MySQL sebagai *database*.
4. Pengendalian mutu mencakup tahap pengolahan biji kakao dari penerimaan hingga sortasi biji

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun model pengendalian mutu biji kakao dalam bentuk sistem pakar dengan menggunakan metode *forward chaining*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah mempermudah proses pengambilan keputusan dan solusi dalam menentukan mutu biji kakao pada proses pengolahan biji kakao di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember dengan sistem pakar berbasis *web*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao

Tanaman kakao yang memiliki nama ilmiah *Theobroma cacao* Linn merupakan satu-satunya di antara 22 jenis marga *Theobroma*, suku *Sterculiaceae* yang diusahakan secara komersial. Kakao terdiri dari beberapa jenis, yaitu criollo, forastero, dan trinitario. Menurut Tjitrosoepomo (2010) sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Anak divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Anak kelas	: Dialypetalae
Bangsa	: Malvales
Suku	: Sterculiaceae
Marga	: Theobroma
Jenis	: Theobroma cacao L.

Berikut ini adalah tanaman dan buah kakao, dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Tanaman dan buah kakao
Sumber: Tjitrosoepomo, 2010.

2.2 Pengolahan Biji Kakao

2.2.1 Panen

Kegiatan panen mempengaruhi hasil kakao oleh karena itu pelaksanaan harus dilakukan secara tepat. Buah kakao umumnya dapat dipanen hampir sepanjang tahun. Selama setahun, biasanya terdapat satu atau dua puncak panen.

Panen kakao menurut Roesmanto (1991), didefinisikan sebagai kegiatan memetik buah-buahan dari pohon dan memecahnya untuk memanfaatkan biji basah yang ada di dalamnya. Berlianto (2002), menyatakan kegiatan panen meliputi persiapan tenaga kerja, alat panen, penentuan lokasi panen dan pemetikan buah, pengumpulan buah dan sortasi, pemecahan buah dan pelepasan biji, serta pengangkutan biji dari kebun ke tempat pengolahan.

a. Panen buah masak

Panen adalah proses awal penentuan kualitas biji kakao kering. Buah kakao yang belum siap panen akan memberikan rendemen dan kualitas biji yang rendah. Kematangan buah kakao ditandai dengan adanya perubahan warna kulit kakao mencapai dua pertiganya dan apabila buah kakao digoyangkan, maka akan terdengar biji kakao terkoyak (Balai pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2012). Selanjutnya Widyotomo et al. (2004) menambahkan bahwa buah kakao sebaiknya dipetik tepat matang. Kulit buah kakao matang mempunyai warna kulit kuning atau jingga yang saat masih muda berwarna hijau atau merah. Buah matang mempunyai kondisi fisiologis yang optimal dalam hal pembentukan senyawa penyusun lemak di dalam biji, sedangkan buah yang lewat masak akan menyebabkan biji berkecambah di dalam buah dan terserang hama.

b. Sortasi buah

Sortasi buah kakao disebut juga sortasi basah atau sortasi kebun. Sortasi ini dilakukan sebelum pemecahan buah dan pengambilan biji dari dalam buah. Sortasi ini bertujuan untuk menseleksi atau memisahkan buah kakao menjadi dua kelompok besar yaitu buah yang sehat dan masak optimal dengan yang tidak atau kurang sehat dan belum masak optimal, seperti : diserang ulat buah, salah petik, dimakan tupai (Balai pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2012). Menurut Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 51/Permentan/OT.140/9/2012 tentang Pedoman Penanganan Pascapanen Kakao, apabila panen buah kurang dari 400-500 buah kakao atau 35-40 kg biji kakao basah maka dilakukan pemeraman hingga jumlah buah atau biji memenuhi syarat minimal.

c. Penerimaan biji kakao dan uji petik basah

Biji kakao yang telah dipetik oleh pekerja kebun kemudian ditimbang di ruang penerimaan pabrik. Waktu kedatangan untuk Kakao edel yaitu pukul 10.00-11.00 pagi dan untuk Kakao bulk, waktu kedatangannya yaitu sekitar pukul 11.00-13.00. Ruang penerimaan ini berada di dekat ruang fermentasi. Biji kakao yang tiba di pabrik dilakukan penimbangan untuk mengetahui selisih timbang yang dikarenakan jarak antara kebun ke pabrik agak jauh sehingga mengakibatkan terjadinya penyusutan air. Pada tahapan proses penerimaan ini dilakukan uji petik basah dan uji magra. Tujuan dari dilakukannya uji petik basah adalah untuk mengetahui kandungan biji baik dan biji cacat yang dapat berpengaruh terhadap kualitas produk akhir serta digunakan untuk menentukan rendemen kering biji kakao, sedangkan uji magra atau uji belah memiliki tujuan untuk menentukan DB atau *dark bean* sehingga kualitas biji kakao dalam satuan persen dapat diketahui. Dengan uji ini dapat diketahui persentase biji kakao Edel kualitas rendah dan kualitas tinggi. Dalam uji magra basah apabila diperoleh DB kurang dari 20 % maka kualitas kakao tersebut baik (SOP, sudir 23/SE/096/2002),

2.2.2 Pascapanen

Tahap setelah pemanenan yaitu tahap pasca panen yang merupakan proses pengolahan buah kakao menjadi biji kakao kering. Komponen teknologi pasca panen yang berpengaruh terhadap kualitas biji kakao antara lain fermentasi, pencucian, pengeringan, sortasi, grading dan pengepakan. Menurut Winarno (1987), yang dimaksudkan dengan istilah pascapanen hasil pertanian adalah suatu tahapan kegiatan yang dimulai dari pemungutan hasil pertanian sampai siap untuk dipasarkan. Jadi penanganan pascapanen adalah tindakan yang dilakukan atau disiapkan pada tahap pascapanen agar hasil tanaman pangan siap dan aman digunakan oleh konsumen dan atau layak diolah lebih lanjut dalam industri

a. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan selama 4 hari dengan suhu hingga mencapai 48°C s/d 50°C. Pada setiap hari (24 jam) dilakukan pembalikan dengan pergantian kotak fermentasi. Pada proses pembalikan biji kakao langsung dipindahkan tanpa mengatur posisi dari pembalikan. Pada posisi pembalikan seharusnya biji kakao

dibalik secara merata. Pembalikan diatur dengan berbagai lapisan (atas, tengah, bawah), supaya biji kakao dapat lebih merata dan terfermentasi sempurna (Susanto, 1993).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses fermentasi biji kakao antara lain, lama fermentasi, keseragaman terhadap kecepatan pengadukan atau pembalikan, aerasi, iklim, temperatur, kemasakan buah, wadah dan kuantitas fermentasi. Fermentasi untuk biji kakao jenis Edel membutuhkan waktu ± 3 hari dengan pembalikan pertama pada 12 jam pertama yaitu berkisar antara 25°C-35°C. Pembalikan kedua waktu 24 jam setelahnya suhu berkisar antara 35°-45°C. Pembalikan ketiga waktu 24 jam selanjutnya suhu berkisar antara 45°C-50°C. Fermentasi untuk kakao jenis Bulk membutuhkan waktu ± 4 hari. Pembalikan pertama pada 12 jam dengan suhu berkisar antara 25°C-35°C. Pembalikan kedua pada 24 jam dengan suhu berkisar antara 35°C-40°C. Pembalikan keempat pada 24 jam berikutnya dengan suhu 40°C-45°C dan pada 24 jam terakhir suhu fermentasi menjadi 45°C-50°C (SOP, sudir 23/SE/096/2002). Fermentasi yang terlalu lama meningkatkan kadar biji kakao berjamur dan berkecambah, sedangkan fermentasi yang terlalu cepat menghasilkan kadar biji slaty (biji tidak terfermentasi) tinggi (Setyani, 2013).

b. Pencucian

Proses pencucian bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi serta memberikan kenampakan yang lebih cerah pada biji kakao. Proses pencucian dilakukan hanya setengah bersih, apabila proses pencucian dilakukan secara penuh dapat mengakibatkan biji mrapuh atau mudah pecah dan dapat menurunkan rendemen yang cukup signifikan. Biji yang tidak dicuci kenampakannya akan kurang menarik (Susanto. 1993).

c. Penjemuran

Penjemuran bertujuan untuk menurunkan kadar air biji kakao sehingga biji tidak ditumbuhi jamur. Penjemuran ini dilakukan di bawah sinar matahari langsung selama $\pm 4-6$ jam selama 5-7 hari dan dilakukan di ruangan terbuka dengan cara meratakan biji kakao dengan sorok diatas permukaan lantai semen. Proses penjemuran menggunakan sinar matahari memiliki keunggulan dan kekurangan,

adapun keunggulan dari penjemuran tersebut diperoleh warna biji kakao coklat kemerahan dan tampak lebih cemerlang, sedangkan kekurangan dari metode tersebut disebabkan oleh kondisi cuaca terutama saat hujan serta kapasitas dari jemuran biji kakao sebaiknya 15 kg/m² (Susanto. 1993).

Susanto (1993) menambahkan metode pengeringan kombinasi. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari, hal ini dilakukan dengan pertimbangan nilai ekonomi. Selain itu pengeringan juga dilakukan dengan menggunakan mesin *dryer*. Pengeringan dengan mesin *dryer* memiliki kelemahan yaitu membutuhkan bahan bakar serta secara ekonomi lebih mahal. Kelebihan dari mesin *dryer* cocok diaplikasikan saat musim hujan. Biji kakao diletakkan dan diratakan diatas bak drier. Standar dari ketebalan bak drier adalah ± 20 cm. Pada pengeringan ini menggunakan suhu sekitar 70°C hingga kadar air mencapai 7,5 %. Sebaiknya pengeringan pada mesin *dryer* juga diatur suhunya. Pengeringan dilakukan selama 12 jam dengan suhu awal selama 6 jam pertama sebesar 70°C, selanjutnya pada 4 jam kedua sebesar 60°C, kemudian pada 2 jam berikutnya sampai kering sebesar 55°C sampai kadar air mencapai 7 %.

d. Tempering, sortasi dan grading biji kakao kering

Biji kakao yang telah kering dan mencapai kadar air yang ditetapkan, maka biji kakao perlu didiamkan/dihampar (tempering) untuk menetralkan suhu didalam biji dengan suhu ruangan selama semalam atau menyesuaikan dengan kelembaban relatif udara sekitar. Kemudian dilakukan seleksi dan pengkelasan biji kakao yang baik dengan yang kurang baik sesuai dengan ukuran dan tampilan visualnya. Pengkelasan mutu biji kakao ini telah diatur di dalam SNI biji kakao 2323-2008 (Balai pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, 2012).

Sortasi biji kakao kering dilakukan dengan menyeleksi dan mengkelaskan biji kakao yang baik dengan yang kurang baik sesuai dengan ukuran dan tampilan visualnya. Dalam sortasi ini juga dilakukan pembersihan terhadap kotoran seperti batu, kulit, dan daun-daunan. Sortasi dilakukan dengan manual menggunakan tenaga ibu-ibu dengan bantuan alat yaitu tampah dan ayakan berlubang. Tampah digunakan untuk membersihkan kotoran kakao sedangkan ayakan berlubang digunakan untuk memisahkan biji kakao berdasarkan ukurannya. Standar mutu biji

kakao edel pada Tabel 2.1 dan bulk pada Tabel 2.2 yang ada di PT. Perkebunan Nusantara XII yang tersaji pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Standar mutu biji kakao edel

Mutu	Edel	
	DB	BC
I-AA-FC/W	<10%	< 85 biji
I-AA-FC/W	<15%	< 85 biji
I-AA-FC/W	<20%	< 85 biji
I-AA-FC/W	<30%	< 85 biji
I-AA-FC/W	<40%	< 85 biji
I-C-FC/W	-	111-120 biji
I-Sa-FC/W	-	121-140 biji
I-Sb-FC/W	-	141-160 biji
I-Sc-FC/W	-	> 160 biji
BP	-	-
BKH	-	-
KEPEK	-	-
PRONGKOL	-	-

Keterangan :

DB : Dark Bean (biji gelap)

BC : Bean Count (hitungan biji/100 gr)

BP : Biji Pecah

BKH : Biji Kulit Hitam

Sumber: SOP, sudir (23/SE/096/2002).

Tabel 2.2 Standar mutu biji kakao bulk

Mutu	Bulk
	DB
I-A-BC/W	90-100 biji
I-B-BC/W	101-110 biji
I-C-BC/W	111-120 biji
I-Sa-BC/W	121-140 biji
I-Sb-BC/W	141-160 biji
I-Sc-BC/W	> 160 biji
BP	-
BKH	-
KEPEK	-
PRONGKOL	-

Keterangan :

DB : Dark Bean (biji gelap)

BC : Bean Count (hitungan biji/100 gr)

BP : Biji Pecah

BKH : Biji Kulit Hitam

Sumber: SOP, sudir (23/SE/096/2002).

e. Pengemasan

Biji kakao kering yang telah disortasi dimasukkan kedalam karung. Karung goni digunakan untuk mengemas biji kakao kualitas ekspor sedangkan karung plastik digunakan untuk mengemas biji kakao kualitas lokal. Karung yang digunakan untuk mengemas diberi merk dengan menggunakan sablon manual. Sablon yang

digunakan menggunakan cat dengan pelarut non minyak (*flekso*). Penggunaan cat berminyak tidak dibenarkan karena dapat mengkontaminasi aroma biji kakao. Biji kakao yang telah disortasi dimasukkan kedalam karung goni baru, bersih, non toksik bebas hama dan baut asing dengan berat masing-masing 62.5 kg atau 16 karung per ton sesuai SNI biji kakao Nomor 2323:2008/ Amd 1:2010, kemudian ditutup rapat dan dijahit menggunakan mesin jahit karung. Setiap karung diberi label yang menunjukkan nama komoditi, jenis mutu, kode kebun, kavling dan tahun, nomor karung, dan berat bersih. Kemasan ditutup rapat untuk menjaga kontaminasi dari serangga dan kotoran serta untuk mempertahankan kadar air biji kakao. Karung berisi kakao kering kemudian disimpan dalam ruangan yang bersih, kering dan memiliki lubang pergantian udara (SOP, sudir 23/SE/096/2002).

2.3 Standar Mutu Biji Kakao

Biji kakao sebelum dipasarkan secara domestik maupun ekspor, perlu dilakukan penyortiran berdasarkan standar mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 67/Permentan/Ot.140/5/2014 Tentang Persyaratan Mutu dan Pemasaran Biji Kakao, yang tersaji pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Syarat mutu dan pemasaran biji kakao

Pasal 1	Peraturan yang dimaksud
Ayat 19	Biji berserangga adalah biji kakao yang dibagian dalamnya terdapat serangga pada stadia apapun atau terdapat bagian-bagian dari tubuh serangga, atau yang memperlihatkan kerusakan karena serangga yang dapat dilihat oleh mata.
Ayat 20	Benda-benda asing adalah benda-benda lain yang bukan berasal dari tanaman kakao.
Ayat 21	Kotoran (<i>waste</i>) adalah benda-benda berupa plasenta, biji Dempet (<i>cluster</i>), pecahan biji, pecahan kulit, biji pipih, ranting dan benda lainnya yang berasal dari tanaman kakao.
Ayat 22	Biji pecah adalah biji kakao dengan bagian yang hilang berukuran setengah ($\frac{1}{2}$) atau kurang dari bagian biji kakao yang utuh.
Ayat 23	Biji berjamur adalah biji kakao yang ditumbuhi jamur di bagian dalamnya dan apabila dibelah dapat terlihat dengan mata.
Ayat 24	Biji slaty adalah biji yang tidak terfermentasi sempurna yang pada kakao lindak memperlihatkan separuh atau lebih permukaan irisan keping biji berwarna ungu, keabu-abuan seperti sabak atau biru keabu-abuan bertekstur padat dan pejal, sedangkan pada kakao mulia permukaannya berwarna putih kotor.
Ayat 25	Biji berkecambah adalah biji kakao yang telah berkecambah atau yang telah lepas kecambahnya dengan ditandai adanya lubang.
Ayat 26	Biji berbau asap dan/atau <i>hammy</i> dan/atau berbau asing adalah biji yang berbau asap, berbau <i>hammy</i> atau bau asing lainnya yang ditentukan metode uji.

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 67/Permentan/Ot.140/5/2014

Selain Persyaratan dari Menteri Pertanian RI, terdapat juga syarat mutu biji kakao yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional Biji Kakao 2323:2008. Berdasarkan pokok ketetapan mengenai SNI Biji Kakao dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Biji kakao digolongkan menjadi 2, yaitu jenis mulia/*fine* (berasal dari tanaman kakao jenis *Criolo* dan *Trinitario* serta hasil persianganannya) dan jenis lindak/*bulk* (berasal dari tanaman kakao jenis *Forastero*).
2. Mutu biji kakao digolongkan dalam 3 jenis mutu, yaitu Mutu I, Mutu II dan Mutu III.
3. Ukuran berat biji dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gr digolongkan ke dalam 5 golongan ukuran dengan penandaan sebagai berikut.

AA	: Maksimum 85 biji per seratus gram
A	: 86-100 biji per seratus gram
B	: 101-110 biji per seratus gram
C	: 111-120 biji per seratus gram
S	: Lebih besar dari 120 biji per seratus gram

Sumber: (BSN, 2008).

4. Ketentuan umum syarat mutu disajikan pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Syarat mutu umum

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 7,5
3	Biji berbau asap dan atau <i>hammy</i> dan atau berbau asing	-	Tidak ada
4	Kadar benda asing	-	Tidak ada

Sumber: (BSN, 2008).

5. Ketentuan khusus syarat mutu disajikan pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Syarat mutu biji kakao (Satuan dalam persen)

Jenis Mutu	Persyaratan					
Kakao	Kakao	Kadar biji	Kadar biji	Kadar biji	Kadar	Kadar biji
Mulia (Fine Cocoa)	Lindak (Bulk Cocoa)	berjamur (biji/biji)	slaty (biji/biji)	berserangg a (biji/biji)	kotoran waste (biji/biji)	berkecambah (biji/biji)
I – F	I – B	Maks. 2	Maks. 3	Maks. 1	Maks. 1,5	Maks. 2
II – F	II – B	Maks. 4	Maks. 8	Maks. 2	Maks. 2	Maks. 3
III – F	III – B	Maks. 4	Maks. 20	Maks. 2	Maks. 3	Maks. 3

Sumber: Badan Standar Nasional Indonesia Biji Kakao 2008

2.4 Sistem Pakar

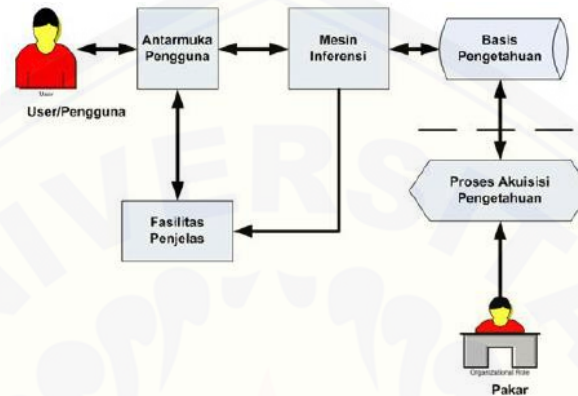
Sistem pakar (*expert system*), menurut Turban dan Aronson (2001) adalah sistem yang menggunakan pengetahuan seorang pakar yang tersimpan dalam komputer untuk menyelesaikan masalah yang memerlukan kepakaran seseorang. Desain sistem pakar meniru proses penalaran pakar dalam menyelesaikan masalah yang spesifik.

Adapun konsep dasar dari sistem pakar menurut Turban dan Aronson (2001), yaitu sebagai berikut:

1. Keahlian (*expertise*), suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca pengalaman.
2. Pakar atau ahli (*expert*), orang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan, menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecahkan aturan-aturan jika dibutuhkan dan menentukan relevan atau tidaknya keahlian mereka.
3. Pengalih perhatian (*transferring expertise*), sistem pakar mempunyai tujuan yaitu memindahkan keahlian dari seorang pakar ke sistem komputer dan kemudian ke orang lain. Proses ini melibatkan empat aktivitas, yaitu: akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, inferensi pengetahuan dan pemindahan pengetahuan, kepada pengguna sistem.
4. Mekanisme inferensi (*inferencing*), suatu fitur dari sistem pakar adalah kemampuan untuk menalar. Pengetahuan dari para pakar disimpan didalam basis pengetahuan. Inferensi dilaksanakan di dalam komponen yang disebut dengan *inference engine* (mesin inferensi).
5. Aturan aturan (*rules*), sebagian besar sistem pakar dibuat dalam bentuk *rule-based system*, maksudnya adalah pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan tersebut umumnya berbentuk IF-THEN.
6. Kemampuan menjelaskan (*explanation capability*), fitur lain dari sistem pakar adalah kemampuan untuk menjelaskan saran-saran atau rekomendasi.

Menurut Kusumadewi (2003), sistem pakar adalah sistem yang mengadopsi pengetahuan manusia dalam bentuk program sebagai alternatif untuk menyelesaikan suatu masalah oleh seorang pakar. Sistem pakar terdiri dari 2 bagian

pokok yaitu, lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi. Adapaun lingkungan pengembangan digunakan untuk membantu dalam membangun sistem pakar yang lebih baik dari segi komponen dan basis pengetahuan. Sedangkan lingkungan konsultasi digunakan sebagai konsultan bagi yang bukan ahlinya. Berikut ini adalah diagram struktur pakar, dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram struktur pakar

Sumber: Kusumadewi, 2003.

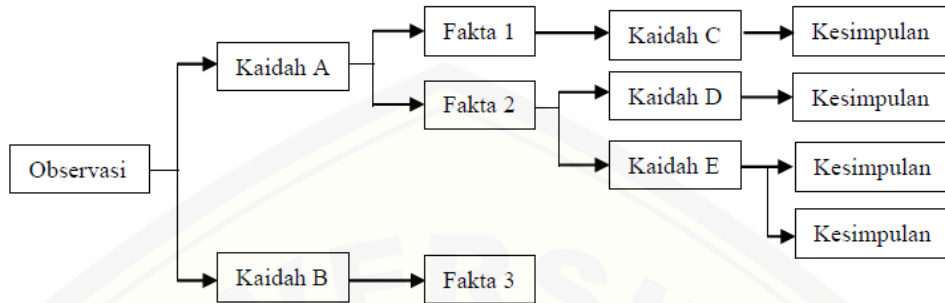
Selain itu sistem pakar (*expert system*) menurut Setiarso (2006), merupakan salah satu teknologi andalan dalam *knowledge management*, terutama melalui empat skema penerapan dalam suatu organisasi, yaitu :

1. *Case-Based Reasoning* (CBR), merupakan representasi pengetahuan berdasarkan pengalaman, termasuk kasus dan solusinya.
2. *Rules-Based Reasoning* (RBR), mengandalkan serangkaian rules yang merupakan representasi dari pengetahuan karyawan/manusia dalam memecahkan kasus-kasus yang rumit.
3. *Model-Based Reasoning* (MBR), melalui representasi pengetahuan dalam bentuk atribut, perilaku, antar-hubungan maupun simulasi proses terbentuknya pengetahuan.
4. *Constraint-Satisfaction Reasoning* (CSR), yang merupakan kombinasi antara RBR dan MBR.

2.5 Metode *Forward Chaining*

Forward chaining adalah metode pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (*if* dulu). Sehingga penalaran dimulai dari fakta terlebih

dahulu kemudian kebenaran hipotesis (Marimin 2005). *Forward chaining* adalah metode yang menjelaskan alur penalaran maju dalam sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Metode *forward chaining*

Sumber: Marimin, 2005.

Penalaran dalam metode *forward chaining* dimulai dengan pencarian fakta dan mengambil fakta baru menggunakan aturan yang telah diketahui pada sisi Jika (*if*). Misal jika diketahui kaidah A benar, maka sistem pakar memulai dengan mengambil fakta baru menggunakan aturan yang memiliki A pada sisi Jika (*if*) sehingga didapatkan kaidah baru dan menghasilkan sebuah kesimpulan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Metode *forward chaining* merupakan salah satu metode yang banyak digunakan oleh para peneliti sebelumnya. Beberapa peneliti terdahulu yang menggunakan metode *forward chaining* dalam penelitian diantaranya, Khairi (2018) menggunakan metode *forward chaining*, dalam sistemnya digunakan untuk menentukan kualitas yang dihasilkan setelah produksi gula. Penelitian tersebut memilih metode *forward chaining* guna menarik kesimpulan didasarkan dengan adanya beberapa data yang disediakan yakni, data kriteria kualitas gula. Penelitian lain Triyanto, *et al.* (2014), melakukan penelitian dengan judul *Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Kelinci Berbasis Web* yang menghasilkan sebuah sistem yang dapat membantu peternak kelinci dalam mendiagnosa dan menanggulangi penyakit pada ternak kelinci. Penelitian ini menggunakan metode *forward chaining* dan bahasa pemrograman *PHP* sebagai pengembangan perangkat lunak.

Perdana, *et al* (2013), dalam penelitiannya yang berjudul *Metode Forward Chaining Diterapkan untuk Mendiagnosa Penyakit Ginjal*. metode tersebut

memberikan informasi tentang hasil diagnosa dan cara pencegahannya. Berdasarkan tingkat keberhasilan yang diperoleh dari penelitian tersebut relatif tinggi, yakni 90%, hal itu membuktikan bahwa metode *forward chaining* cocok diterapkan dalam sistem pakar. Sistem pakar yang dikembangkan adalah sistem konsultasi terkait penyebab terjadinya kendala menggunakan sistem pakar sebagai diagnosa atau konsultasi yang tepat dengan metode *forward chaining* (Kusrini, 2008). penelitian tersebut dilakukan dengan mengakuisisi pengetahuan pakar yang selanjutnya diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman *PHP* dan *MySQL database*. Kemudian akan yang dibangun sistem dengan *phpMyAdmin* yang diharapkan dapat mengefisiansi selama proses penentuan mutu dan mengurangi terjadinya *human error*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember pada Bulan Juli 2019 – Agustus 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Windows 7 Ultimate 2009, 32-bit Operating System*
2. *PHP*
3. *MySQL*
4. *phpMyAdmin*
5. *Codeigniter*
6. *XAMPP*
7. *Visual Studio Code*
8. *Microsoft Office Word 2013*
9. *Microsoft Office Visio*

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pakar di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember kepala bagian pengolahan mengenai mutu biji kakao.

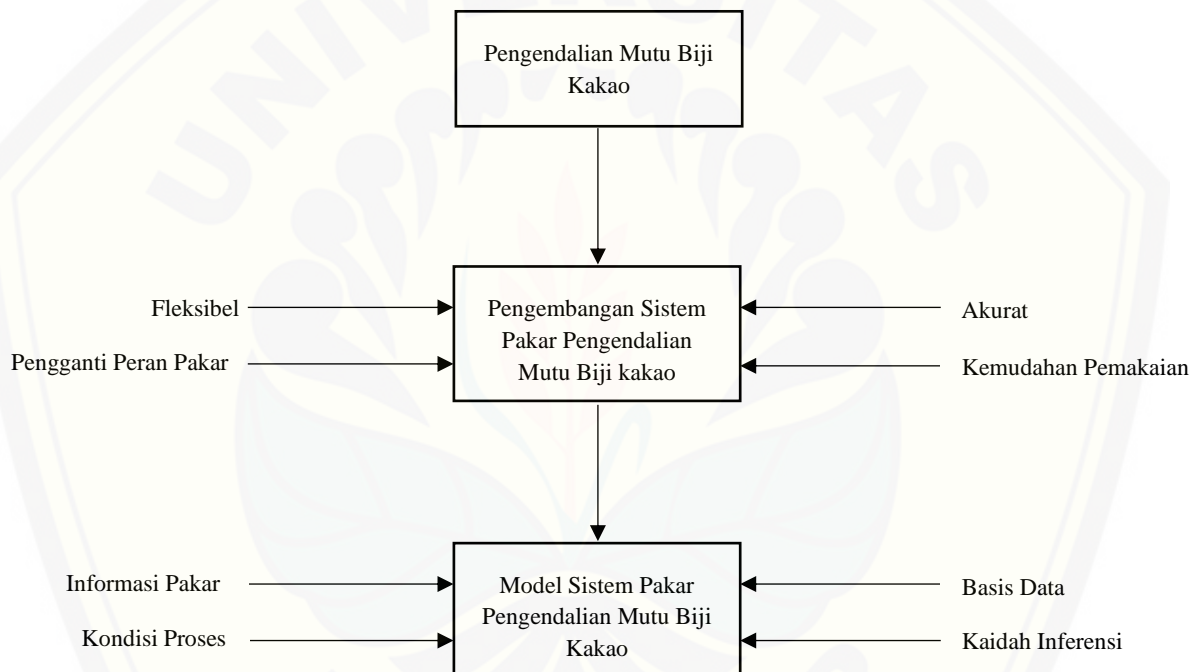
2. Data sekunder

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI mutu biji kakao 2323:2008, Standar Operasional Prosedur (SOP) sudir (23/SE/096/2002) pengolahan biji kakao, studi literatur mengenai jurnal penelitian, *paper* dan *text book*.

3.3 Kerangka Pemikiran

Proses pengambilan keputusan dalam menentukan mutu biji kakao perlu dikonsultasikan terlebih dahulu kepada kepala bagian pengolahan yang mengetahui

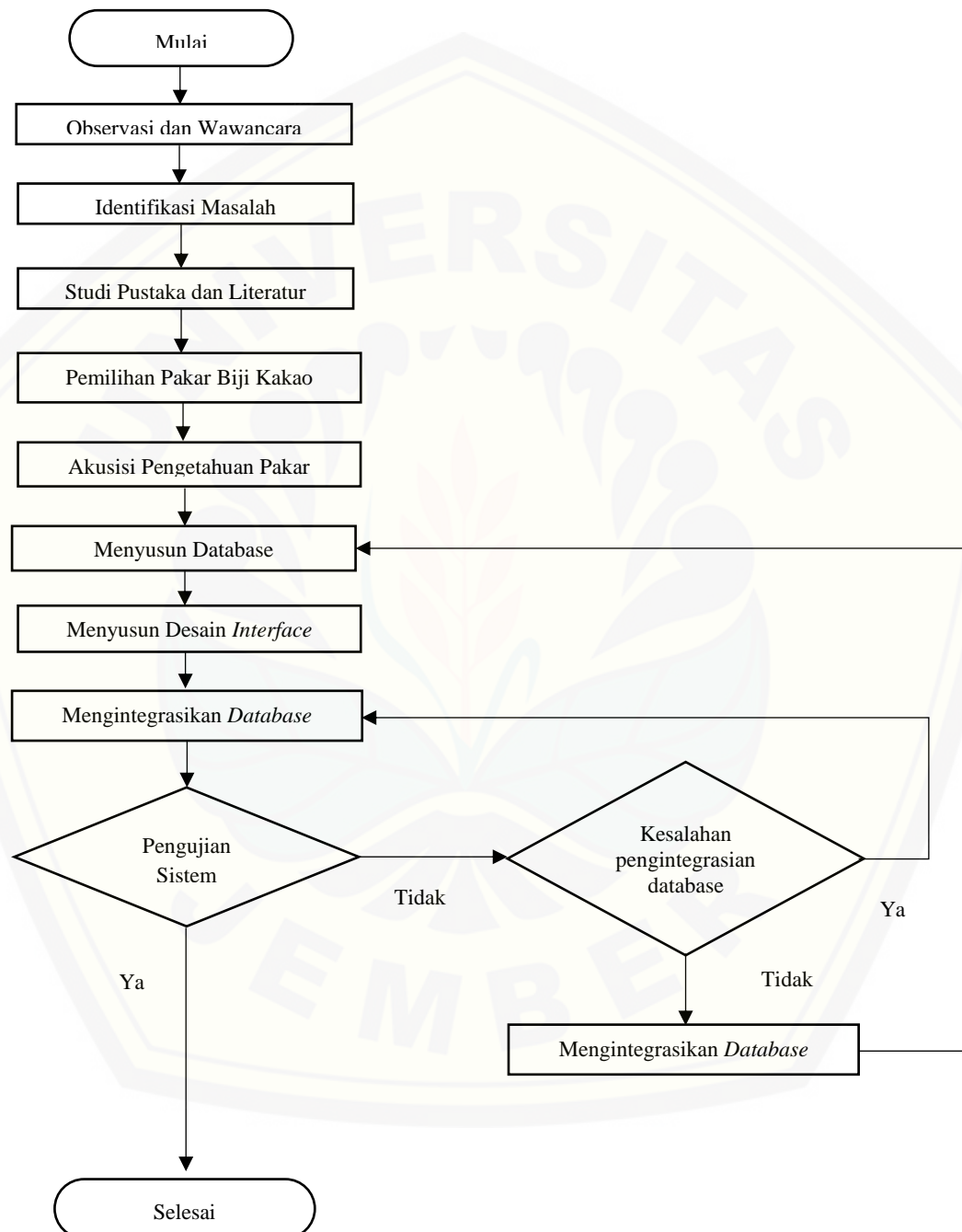
secara menyeluruh tentang pengolahan biji kakao dan sifatnya masih konvensional. Melalui sistem pakar dapat mempermudah proses konsultasi mutu biji kakao dan sebagai alternatif apabila waktu dalam proses konsultasi dengan pakar terbatas. Sistem pakar yang dikembangkan tersebut memiliki beberapa ciri, yaitu fleksibel, akurat, mudah dalam pengoperasian dan menggantikan peran pakar. Pada proses membangun model sistem pakar diperlukan beberapa data, yaitu informasi pakar dan kondisi proses yang kemudian dilakukan setelah pembangunan basis data dan kaidah inferensi. Gambar 3.1 di bawah ini adalah gambar kerangka pemikiran dalam tahap penelitian.



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran

3.4 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

1. Observasi dan wawancara

Tahap awal dari penelitian ini adalah melakukan observasi dan wawancara di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember. Observasi dilakukan untuk mengamati proses pengolahan biji kakao secara langsung serta dilakukan wawancara untuk mendapatkan informasi umum tentang proses pengolahan biji kakao serta penyimpangan yang terjadi saat proses berlangsung.

2. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui adanya permasalahan yang terjadi selama berlangsungnya proses pengolahan biji kakao dan permasalahan tersebut dapat ditangani secara cepat dan tepat sesuai kondisi yang ada sehingga mutu biji kakao dapat terjaga.

3. Studi pustaka dan literatur

Studi pustaka dan literatur digunakan sebagai tambahan pengetahuan mengenai proses pengolahan kakao sehingga didapatkan informasi yang lengkap dan akurat mengenai proses pengolahan biji kakao sesuai SNI mutu biji kakao 2323: 2008 serta Standar Operasional Prosedur (SOP) sudir (23/SE/096/2002) pengolahan biji kakao di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember.

4. Pemilihan pakar pengolahan biji kakao

Pemilihan pakar dilakukan dengan memilih pakar dari PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember, yaitu kepala bagian pengolahan. Pemilihan pakar bertujuan untuk menentukan kualitas informasi yang berdampak pada pengambilan keputusan saat terjadi penyimpangan pada proses pengolahan biji kakao.

5. Akuisisi pengetahuan pakar

Setelah pemilihan pakar dilakukan, maka selanjutnya akuisisi pengetahuan mengenai proses pengolahan biji kakao yang terjadi di PTPN XII Banjarsari Kabupaten Jember tersebut dan berbagai permasalahan yang sering terjadi serta solusi perbaikan yang akan dilakukan.

6. Menyusun tabel aturan (*database*)

Database atau basis data adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis berupa tabel aturan pada setiap proses pengolahan biji kakao yang berisi tentang indikasi, keputusan dan solusi yang akan diolah menjadi *MySQL* melalui

phpMyAdmin, sebelum itu terlebih dahulu membuka aplikasi *XAMPP* untuk menjalankan *phpMyAdmin*.

Tabel 3.1 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses sortasi basah (uji petik dan uji marga) dan Tabel 3.2 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses sortasi basah (uji petik dan uji marga).

Tabel 3.1 Tabel kode proses sortasi basah (uji petik dan uji marga)

Nomor	Kode	Deskripsi
1	1	Apakah terdapat biji kakao yang cacat?
2	A	Apakah terdapat lubang pada biji kakao yang cacat?
3	A1	1. Biji kakao diserang Penggerek Buah Kakao (<i>Conopomaorpha cramella</i>) saat masih di kebun. 2. Pencegahan dengan Pemangkasan tanaman kakao untuk mendapatkan sinar matahari lebih banyak serta pemupukan. 3. Pisahkan biji kakao yang cacat kemudian dibungkus ke dalam kantong plastik dan dikubur dalam tanah untuk membunuh larva yang masih hidup.
4	A2	1. Terdapat biji muda dan biji hampa. Biji kakao mengalami tingkat kematangan tidak merata (terlalu muda), serta terdapat biji yang terlalu tua (busuk). 2. Pisahkan biji muda dan hampa serta biji busuk.
5	2	Apakah biji kakao berjenis Edel?
6	B	Apakah hasil uji marga diperoleh DB (<i>Dark Bean</i>) kurang dari 20%?
7	B1	Biji kakao Edel hasil DB kurang dari 20% memiliki kualitas kakao terbaik (AA) dan dilanjutkan proses fermentasi
8	B2	Apakah kuantitas biji kakao sebesar 40kg?
9	C	Biji kakao yang kurang dari kuantitas minimal 40kg dilakukang pemeraman hingga mencapai standar minimal fermentasi.
10	3	Lanjutkan pada proses Fermentasi

Tabel 3.2 Tabel hubungan kode proses sortasi basah (uji petik dan uji marga)

No.	Solusi	Indikasi				
		1	A	2	B	B2
1	A1	√	√			
2	A2		√			
3	B1	-			√	
4	C			-		√
5	3			√	√	

Tabel 3.3 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses fermentasi dan Tabel 3.4 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses fermentasi.

Tabel 3.3 Tabel kode proses Fermentasi.

Nomor	Kode	Deskripsi
1	4	Apakah waktu fermentasi sudah sesuai SOP sudir (23/SE/096/2002) Pabrik Gerengrejo-Kebun Banjarsari?
2	D	Apakah terdapat biji berjamur dan busuk?
3	D1	Apakah terdapat biji slaty?
4	5	1. Fermentasi yang terlalu lama meningkatkan kadar biji kakao berjamur dan berkecambah 2. Kuantitas biji kakao kurang dari 40kg. Kembali ke proses sortasi basah
5	E	1. Fermentasi yang singkat menghasilkan kadar biji tidak terfermentasi maksimal 2. Tidak terdapat Aroma dan cita rasa khas kakao 3. Pulp susah untuk dibersihkan
6	E1	Waktu fermentasi dibawah 12 jam pertama dengan suhu 25°C-35°C. Waktu fermentasi dibawah 60 jam kedua dengan suhu 35°C-45°C. Waktu fermentasi dibawah 84 jam ketiga dengan suhu 45°C-50°C. Proses pembalikan dilakukan setelah 48 jam untuk mendapatkan hasil fermentasi yang seragam dan optimal.
7	6	Proses fermentasi telah selesai dan lanjutkan pada proses pencucian

Tabel 3.4 Tabel hubungan antar kode pada proses fermentasi

No.	Solusi	Indikasi		
		4	D	D1
1	5	-	√	
2	E	-	-	√
3	E1			√
4	6	√		

Tabel 3.5 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses pencucian dan Tabel 3.6 merupakan tabel hubungan antara kode pada proses pencucian

Tabel 3.5 Tabel kode proses pencucian

Nomor	Kode	Deskripsi
1	7	Apakah pulp pada biji kakao sudah bersih?
2	F	1. Biji kakao masih terdapat sisa pulp yang menempel. 2. Lanjutkan pencucian dengan cara mengalirkan air pada bak fermentasi sambil diaduk secara perlahan. 3. Lanjutkan dengan penyaringan untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada biji. 4. Pulp yang masih melekat pada biji kakao dan susah dilepaskan disebabkan oleh proses fermentasi tidak sempurna.
3	F1	Apakah debit air masih mengalir?
4	F2	1. Kencangkan katup/kran untuk mengurangi debit air 2. terlalu lama waktu pencucian mengakibatkan senyawa dari keping biji keluar
5	G	Apakah masih terdapat lendir pada biji kakao?

6	G1	1. Lakukan proses pencucian 2 dan 3 2. Lapisan lendir pada biji kakao berpengaruh terhadap lamanya waktu pada proses penjemuran nantinya.
7	8	Lanjutkan pada proses penjemuran/pengeringan.

Tabel 3.6 Tabel hubungan antar kode pada proses pencucian

No.	Solusi	Indikasi		
		7	F1	G
1	F	√		
2	F2	-		√
3	G1		-	√
4	8		√	

Tabel 3.7 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses penjemuran/pengeringan dan Tabel 3.8 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses penjemuran/pengeringan

Tabel 3.7 Tabel kode proses penjemuran dan pengeringan.

Nomor	Kode	Deskripsi
1	9	Apakah selama proses penjemuran cuaca sekitar mendung atau hujan?
2	H	1. Waktu penjemuran pada saat cuaca cerah 5-7 hari. 2. Tambah waktu 8-10 hari penjemuran saat cuaca mendung atau dengan cara kombinasi yaitu penjemuran 5-7 dilanjutkan dengan mesin <i>dryer</i> waktu selama 20 jam dengan suhu 40-70°C 3. Lakukan pengeringan dengan mesin <i>dryer</i> saat musim hujan selama 26 jam dengan suhu 40-70°C
3	H1	Apakah penjemuran telah merata ke seluruh biji kakao?
4	I	Apakah kadar air pada biji kakao sudah mencapai 7,5%?
5	I1	Kadar air tersebut merupakan nilai minimal yang ditentukan oleh pabrik sesuai dengan SNI 2323:2008 Biji Kakao agar biji kakao yang dihasilkan tidak mudah berubah rasa dan tahan terhadap serangan jamur. Proses penjemuran/pengeringan telah selesai dan lanjutkan pada proses sortasi kering
6	10	1. Ratakan biji kakao di atas lantai jemur menggunakan sorok dengan ketebalan tumpukan kakao 5 cm (2-3 lapis biji). 2. Kapasitas penjemuran yaitu 15kg/m ² dengan alas tikar atau terpal. 3. Pembalikan biji kakao dilakukan selama 1-2 jam sekali dan dipengaruhi oleh cuaca sekitar, serta pembalikan bertujuan untuk menyeragamkan biji yang masih dalam keadaan basah. 4. Pemisahan biji prokol untuk mempermudah proses sortasi kering

Tabel 3.8 Tabel hubungan antar kode pada proses penjemuran dan pengeringan

No.	Solusi	Indikasi		
		9	H1	I
1	H	√		-
2	I1			√
3	10		√	√

Tabel 3.9 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses sortasi kering dan Tabel 3.10 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses sortasi kering.

Tabel 3.9 Tabel kode proses sortasi kering

Nomor	Kode	Deskripsi
1	11	Apakah terdapat biji pecah?
2	12	Pisahkan pecahan biji kakao.
3	13	Apakah terdapat benda asing dan kotoran yang melekat?
4	J	Pisahkan biji kakao dan benda asing serta kotoran yang melekat.
5	J1	Apakah ukuran biji sudah seragam, sesuai dengan SOP dan SNI?
6	J2	1. Biji kakao di kelompokkan sesuai dengan ukuran biji. 2. Pengelompokan disesuaikan dengan jenis biji Edel/Bulk. 3. Jumlah <i>bean count</i> dapat dilakukan blending (pencampuran jenis biji kakao yang berbeda) sesuai yang diinginkan, untuk mendapatkan paduan rasa yang tepat
7	14	Biji kakao lolos proses sortasi dilanjutkan <i>grading</i>

Tabel 3.10 Tabel hubungan antar kode pada proses sortasi kering

No.	Solusi	Indikasi		
		11	13	J1
1	12	√		
2	J	-	√	
3	J2	-	-	√
4	14	-	-	√

Tabel 3.11 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses *grading* dan Tabel 3.12 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses *grading*.

Tabel 3.11 Tabel kode proses *grading*

Nomor	Kode	Deskripsi
1	15	Apakah terdapat serangga hidup?
2	16	Syarat mutu umum biji kakao tidak ada serangga hidup
3	17	Apakah biji berbau asap dan atau <i>hammy</i> dan atau berbau asing?
4	K	Syarat mutu umum biji kakao tidak ada bau asap, <i>hummy</i> atau berbau asing
5	K1	Apakah kadar air 7,5%?
6	K2	Kadar air maksimal 7,5% untuk mempertahankan masa simpan.
7	K3	Apakah terdapat kadar benda asing?
8	K4	Syarat mutu umum biji kakao tidak ada benda asing
9	L	Apakah kadar biji berjamur maksimal 2?
10	L1	Jumlah biji berjamur >2 dikategorikan sebagai <i>grade</i> II dan III
11	L2	Apakah kadar biji <i>slaty</i> maksimal 3?
12	18	Jumlah biji <i>slaty</i> maksimal 8 kategori <i>grade</i> II dan >8 kategori <i>grade</i> III

13	19	Apakah kadar biji berserangga maksimal 1?
14	20	Jumlah biji berserangga >1 dikategorikan sebagai <i>grade</i> II dan III
15	M	Apakah kadar biji kotoran waste maksimal 1,5?
16	M1	Jumlah biji kotoran waste maksimal 2 kategori <i>grade</i> II dan >2 kategori <i>grade</i> III
17	M2	Apakah kadar biji berkecambah maksimal 2?
18	M3	Jumlah biji berkecambah maksimal 3 dikategorikan sebagai <i>grade</i> II dan III
19	N	Apakah biji kakao berjenis Edel?
20	N1	Apakah <i>bean count</i> sebesar <85/ 100gram?
21	N2	Apakah <i>dark beans</i> <40%?
22	21	1. Termasuk biji kakao <i>grade</i> I-AA-FC/W 2. I diartikan sebagai kualitas pertama/utama 3. AA diartikan sebagai Mutu terbaik 4. FC adalah <i>Fine Cacao</i> atau Kakao Edel 5. W adalah <i>Washed</i> (tercuci).
23	22	Apakah biji kakao berjenis Bulk?
24	23	Apakah <i>bean count</i> sebesar 90-100 biji/ 100gram?
25	24	1. Termasuk biji kakao <i>grade</i> I-A-BC/W 2. I diartikan sebagai kualitas pertama 3. A diartikan sebagai Mutu baik 4. BC adalah <i>Bean Cocoa</i> atau Kakao Bulk 5. W adalah <i>Washed</i> (tercuci)
26	25	Jenis <i>Forastero</i>
27	26	Proses <i>grading</i> telah selesai dan dilanjut ke proses pengemasan

Tabel 3.12 Tabel hubungan antar kode pada proses *grading*

No.	Solusi	Indikasi													
		15	17	K1	K3	L	L2	19	M	M2	N	N1	N2	22	23
1	16	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	K	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	K2	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	K4	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	L1	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	18	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	
7	20	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	
8	M1	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	
9	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	
10	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	
11	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	
12	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	
13	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Tabel 3.13 merupakan tabel informasi mengenai kode aturan yang akan digunakan sebagai input pada proses pengemasan dan penyimpanan dan Tabel 3.14 merupakan tabel hubungan antar kode pada proses pengemasan dan penyimpanan.

Tabel 3.13 Tabel kode proses pengemasan dan penyimpanan

Nomor	Kode	Deskripsi
1	26	Apakah biji kakao dikemas menggunakan karung goni?
2	O	Kemasan karung goni harus yang baru, bersih, non toksik, bebas hama dan bau asing
3	27	Apakah berat setiap karung goni sudah sesuai SOP dan SNI?
4	P	Berat setiap karung 62,5 kg atau 16 karung per ton.
5	28	Apakah karung goni dijahit rapat dan kuat?
6	Q	Karung goni yang tidak dijahit dengan rapat dan kuat akan mengakibatkan kerusakan pada biji kakao meliputi serangga, hama hewan dan hewan penggerek di dalam gudang
7	29	Apakah dibawah tumpukan karung goni diberi ruang untuk sirkulasi udara?
8	R	Adapun jarak antar stapel yang digunakan sebagai sirkulasi udara memiliki tinggi 10-60 cm dan jarak stapel dengan dinding gudang adalah 80 cm
9	30	Apakah jumlah maksimal tumpukan 16 karung?
10	S	Adapun jumlah maksimal tumpukan adalah 5-7 karung
11	S1	Proses pengemasan dan penyimpanan telah selesai.

Tabel 3.14 Tabel hubungan antar kode pada proses pengemasan dan penyimpanan

No.	Solusi	Indikasi				
		26	27	28	29	30
1	O	√	-	√	-	-
2	P	-	√	-	-	-
3	Q	-	-	√	-	-
4	14	-	-	-	√	-
5	S	-	-	-	-	√
6	S1	-	-	-	-	√

7. Menyusun desain *interface*

Menyusun desain tampilan (*interface*) yang bertujuan untuk mempermudah dalam mengoperasikan program meliputi menjalankan sistem, membaca data yang dihasilkan serta menambah daya tarik bagi pengguna. Desain tampilan yang dibuat harus mudah dipahami sehingga dapat mudah dijalankan dan tujuan pembuatan sistem pakar ini dapat tercapai.

8. Mengintegrasikan *database*

Setelah proses penyusunan sistem dilakukan mulai dari proses penyusunan tabel aturan dan menyusun desain *interface* maka selanjutnya adalah menyusun semuanya dalam satu sistem yang saling berhubungan sehingga sistem berjalan dengan baik dengan tingkat akurasi tinggi. Model penalaran yang digunakan dalam sistem ini adalah metode runut maju (*forward chaining*), yaitu pendekatan

penalaran yang dimulai dari identifikasi kondisi yang terjadi dan menuju suatu kesimpulan akhir berupa indikasi dan solusi perbaikan yang dilakukan.

9. Verifikasi sistem

Tahap selanjutnya dari penelitian ini adalah pengujian sistem dengan cara mengarahkan pengujian untuk menemukan kesalahan-kesalahan dan memastikan bahwa *database* (tabel aturan) yang dibatasi akan memberikan hasil aktual yang sesuai dengan hasil yang dibutuhkan. jika hasilnya sesuai, maka proses selesai sedangkan jika hasilnya tidak sesuai maka dilakukan perbaikan terhadap masalah yang terjadi.

10. Pengujian sistem

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah proses pengujian menggunakan metode *face validity*. Menurut Sekaran (2006), *face validity* adalah uji yang dilakukan untuk menunjukkan bahwa item-item pernyataan memiliki kesan mampu untuk mengungkap konsep penelitian yang hendak diukur. Pada penelitian ini pengujian sistem dengan metode *face validity* dilakukan secara mandiri dengan cara mencocokkan antara sistem dan hasil wawancara dengan pakar, berupa catatan dan rekaman maupun serta data sekunder berupa, SOP sudir (23/SE/096/2002), SNI mutu biji kakao 2323:2008, jurnal dan *text book*. *Face validity* dilakukan dengan membandingkan keluaran sistem dengan pendapat pakar. Parameter yang akan dibandingkan adalah proses pengolahan biji kakao pada setiap menu sistem pakar pengendalian mutu biji kakao.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan pengujian dari sistem pakar yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem pakar untuk model pengendalian mutu biji kakao di PTPN XII Banjarsari Jember dengan menggunakan metode *forward chaining* berhasil dilakukan.
2. Sistem pakar untuk model pengendalian mutu biji kakao dibangun dengan menggunakan kumpulan aturan (*rule base*) dan menggunakan kaidah *if - else* yang ditampilkan dalam bentuk *form* konsultasi dan hasil keluarannya berupa rekomendasi kebijakan (indikasi dan solusi) terkait kondisi dan kendala yang terjadi pada proses pengendalian mutu biji kakao di PTPN XII Banjarsari Jember.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis dan dapat bermanfaat bagi pengembangan sistem pakar pengendalian mutu biji kakao dengan penggunaan kombinasi antara metode *forward chaining* dengan metode lainnya, seperti *classical probability*, *backward chaining*, dan lain-lain serta berbasis Android sehingga memberikan informasi yang lebih lengkap dan mempermudah dalam mengakses ke pengguna.

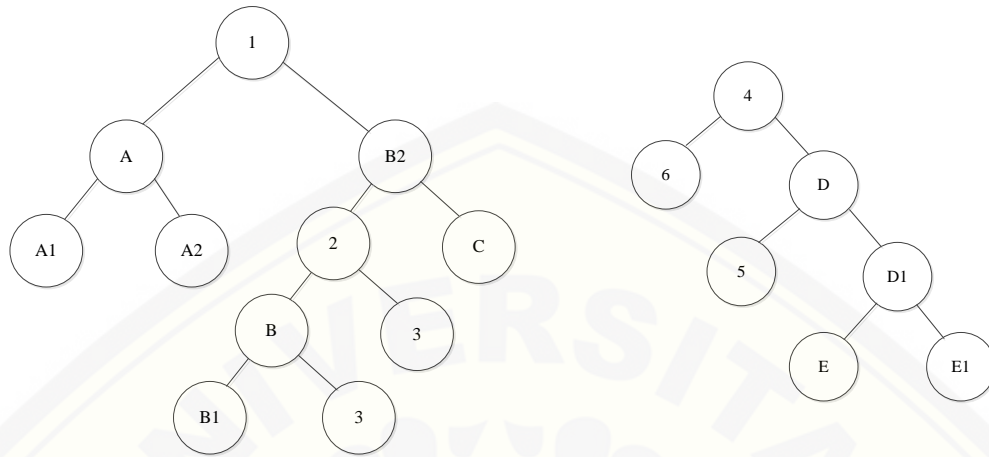
DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Jember. 2015. *Kabupaten Jember dalam Angka 2013*. Jember: BPS Kabupaten Jember.
- Badan Pusat Statistik Nasional. 2018. *Indonesia dalam Angka 2012-2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 2323:2008 Biji Kakao*. Jakarta: BSN.
- Balai pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Yogyakarta: Perpustakaan Nasional, ISBN 978-602-18525-8-3.
- Berlianto, J. 2002. Pemanenan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Perkebunan Rumpun Sari Antan IV, Banyumas PT Agro Lestari, Jawa Tengah. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak Dipublikasikan).
- Fadhil, R., Putra, BS., A. Lubis, dan M. Habibi. 2015. Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Variasi Lama Fermentasi dan Hasil Pengeringan. Aceh: *Aceh Development International Convergence*, 1-10.
- Khairi, T. 2018. Implementasi Metode Forward Chaining dan Backward Chaining Pada Sistem Informasi Penentu Kualitas dan Produksi Gula. Jember: *Skripsi Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember*.
- Kusrini. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Pengguna dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Penerbit Graham Ilmu.
- Marimin. 2005. *Teori Dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor : IPB Press.
- Peraturan Menteri Pertanian RI. 2014. Nomor 67/Permentan/Ot.140/5/2014: *Persyaratan Mutu dan Pemasaran Biji Kakao*. Jakarta: MENTAN RI.
- Perdana, L., D. Nugroho, dan Kustanto. 2013. Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Ginjal dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal TIKomSiN*, I, 1-6. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>. [Diakses pada 10 Juli 2019].
- Pusat dan Informasi. 2007. *Gambaran Sekilas Industri Kakao*. Jakarta: Departemen Perindustrian.

- Roesmanto, J. 1991. *Kakao Kajian Sosial Ekonomi*. Yogyakarta: Aditya Media. 164 hal.
- Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Setiarso, B. 2006. *Manajemen Pengetahuan (Knowledge Management) dan Proses Penciptaan Pengetahuan*. Ilmu Komputer.
- Setyani, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Coklat*. Buku Ajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hal. 78.
- Standar Operasional Prosedur (SOP). Sudir (23/SE/096/2002) PTPN XII Banjarsari. Kabupaten Jember.
- Suharto, B. 2006. Analisis Daya Saing Java “A” Cocoa dalam Rangka Menentukan Strategi Pemasaran. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia* Vol 5 No 1. Hal 71-84.
- Suhartono, S. M. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Susanto FX. 1993. *Budidaya dan Pengolahan Hasil Tanaman Kakao*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Triyanto, S., dan A. Fadlil. 2014. *Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Kelinci Berbasis Web*. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika UAD*. 2 (1): 2338-5197.
- Turban E and JE Aronson. 2001. *Decision Support Systems and Intelligent Systems, 6th edition*. Prentice Hall. Upper Saddle River. NJ.
- Widyotomo, S., M. Sri., dan S. Edy. 2004. Pemecahan Buah dan Pemisahan Biji Kakao Secara Manual. *Warta PPKKI* 20(3): 138-143.
- Winarno, F.G. 1987. Pengembangan Kebijakan Pemerintah dalam Program Pascapanen. di dalam : *Konsultasi Teknis Peningkatan Teknologi Pengeringan dan Penyimpanan Biji-bijian*. Bali 5-7 Oktober 1987. Yayasan Maha Bhoga Marga Bali.
- Yazdi, M. dan G.F. Handono. 2013. Sistem Pakar Fuzzy Penentuan Kualitas Kakao. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)* Vol 1 No2: ISSN 2089-8673.

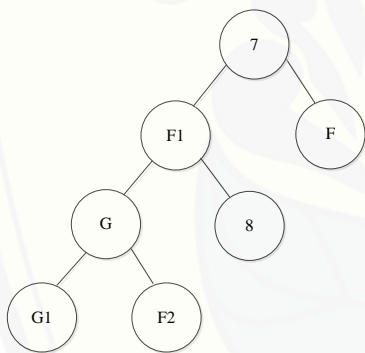
LAMPIRAN

Lampiran 1. Decision Tree Setiap Proses Pengolahan Biji Kakao

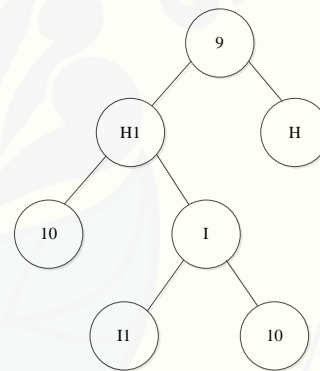


Gambar 1. Sortasi Basah

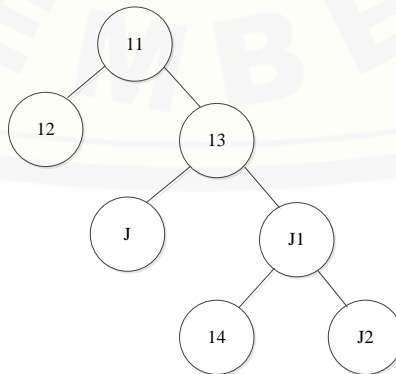
Gambar 2. Fermentasi



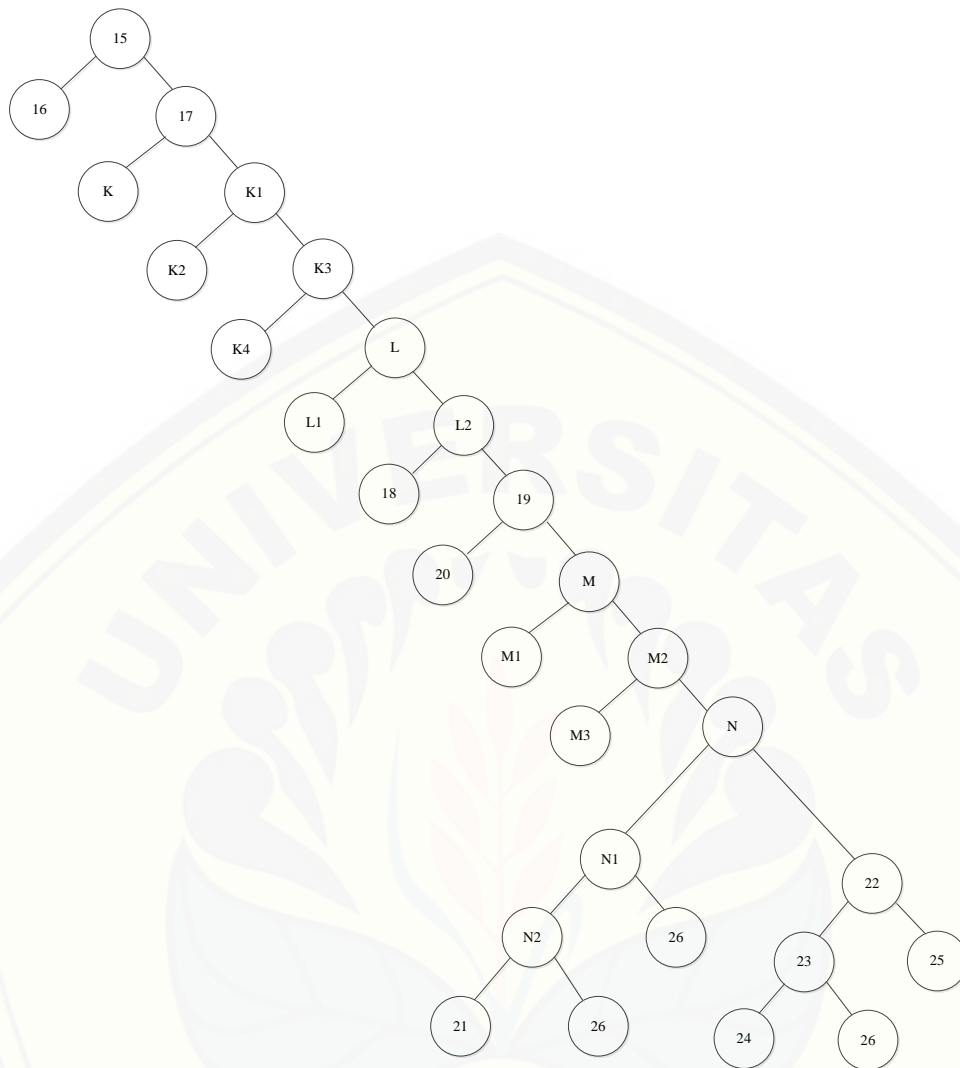
Gambar 3. Pencucian



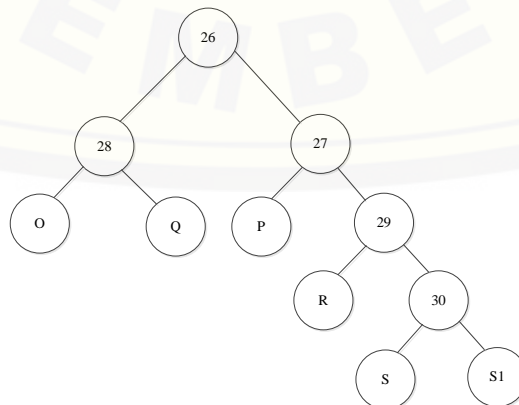
Gambar 4. Pengeringan/Penjemuran



Gambar 5. Sortasi Kering



Gambar 6. Grading



Gambar 7. Pengemasan dan Penyimpanan

Lampiran 2. Dokumentasi



Gambar 1. Pemecahan Buah Kakao



Gambar 2. Pengemasan Biji Kakao Basah



Gambar 3. Penerimaan Biji Kakao Basah



Gambar. 4 Uji Marga



Gambar 5. Pengambilan Sampel Uji Cacat



Gambar 6. SOP Penerimaan



Gambar 7. Kapasitas Fermentasi



Gambar 8. Proses Fermentasi



Gambar 9. Ruang Fermentasi



Gambar 10. Proses Pengolahan



Gambar 11. Ruang Pengeringan Kakao



Gambar 12. SOP Pengeringan Mekanis



Gambar 13. Ruang Sortasi



Gambar 14. Macam Macam DB



Gambar 15. Proses Penjemuran



Gambar 16. Biji Kakao Cacat



Gambar 17. Penyimpanan Biji Kakao



Gambar 18. Standart Mutu Kakao



Gambar 19. Uji Belah Kering

