# KAJIAN DYNAMICS LASER SPECKLE IMAGING (DLSI) UNTUK MENGUKUR KADAR KLOROFIL DAN KELAYUAN PADA DAUN TEH

**SKRIPSI**

**Oleh:**
**DIAN RAHMAWATI**
**NIM. 18640055**

**PROGRAM STUDI FISIKA**
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**
**MALANG**
**2022**

**HALAMAN PENGAJUAN**

KAJIAN DYNAMICS LASER SPECKLE IMAGING (DLSI) UNTUK MENGUKUR KADAR KLOROFIL DAN KELAYUAN PADA DAUN TEH

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)

Oleh:

DIAN RAHMAWATI
NIM.18640055

**PROGRAM STUDI FISIKA**
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**
**MALANG**
**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

KAJIAN DYNAMICS LASER SPECKLE IMAGING (DLSI) UNTUK MENGUKUR KADAR KLOROFIL DAN KELAYUAN PADA DAUN TEH

PROPOSAL SKRIPSI

Oleh:

DIAN RAHMAWATI
NIM (18640055)

Telah diperiksa dan disetujui untuk Diuji

Pada tanggal, 15 Maret 2022

Menyetujui,

| Pembimbing I | Pembimbing II |
|---|---|
| Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si | Irjan, M.Si |
| NIDT. 19870215 20180201 2 233 | NIP. 19691231 200604 1 003 |

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730200312 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN DYNAMICS LASER SPECKLE IMAGING (DLSI) UNTUK MENGUKUR KADAR KLOROFIL DAN KELAYUAN PADA DAUN TEH

SKRIPSI

Oleh:

DIAN RAHMAWATI
NIM. 18640055

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 17 Mei 2022

| | | |
|---|---|---|
| Penguji Utama | Farid Samsu Hananto, M.T<br>NIP.197405132003121001 | |
| Ketua Penguji | Ahmad Luthfin, S.Si, M.Si<br>NIP. 198605042019031009 | |
| Sekretaris Penguji | Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si<br>NIDT. 19870215 20180201 2 233 | |
| Anggota Penguji | Irjan, M.Si<br>NIP.19691231 200604 1 003 | |

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dian Rahmawati

NIM : 18640055

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Kajian Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI) Untuk Mengukur Kadar Klorofiol dan Kelayuan Pada Daun The

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau arya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam makalah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Mei 2022
Yang Membuat Pernyataan

Dian Rahmawati
NIM. 18640055

## MOTTO

Setiap perjuangan, terselip doa orang tua yang selalu menyertai kita.

Musuh terbesar kesuksesan adalah menunda pekerjaan.

Ingatlah Allah saat hidup tak berjalan sesuai keinginan kita, Allah pasti punya jalan yang lebih baik untuk kita

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam dan mengucap Alhamdulillah. Dengan telah diselesaikannya skripsi ini, penulis persembahkan untuk:

1. Bapak Maskuri dan Ibu Munjiyah, untuk pengorbanan dan kasih sayang, serta doa tulus sepanjang waktu. Sehingga saya dapat terus berjuang melewati segala rintangan yang saya hadapi.
2. Kakakku, Alfiana Ririsati Dewi yang terus memotivasiku dan memberikan arahan kepadaku tentang penulisan skripsi
3. Adikku, Nabila Silmi Fiddaroini yang memberikan semangatnya dalam memotivasi saya untuk bisa mengerjakan skripsi ini.
4. Para dosen dan pembimbing yang telah membantu dan membimbing serta mengarahkan dan memberikan ilmu pengetahuan. Semoga ilmu yang diberikan bisa bermanfaat di dunia dan akhirat.
5. Teman-teman seperjuangan di progam studi S1 Fisika 2018 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Almamaterku tercinta serta tanah air tercinta

Terima kasih atas motivasi dan dukungannya yang telah diberikan selama ini. Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua. Aamiin Ya Rabbal Aalamiin…

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Kajian Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI) Untuk Mengukur Kadar Klorofil dan Kelayuan pada Daun Teh". Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW yang telah memberikan suri teladan dari jalan kegelapan menuju jalang terang benderang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari banyak yang telah berpartisipasi. Sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Mlaik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Dr. Imam Tazi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si. selaku Pembimbing skripsi yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan.
5. Bapak Irjan M.Si. selaku pembimbing integrasi skripsi yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan.
6. Bapak Farid Samsu Hananto, S.Si. M.T. selaku Dosen Wali wali yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan ilmu pengetahuan.
7. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
8. Keluarga tercinta khususnya Bapak dan Ibu yang selalu memberi semangat dan doa serta dukungan dalam penulisan laporan ini
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan ini. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran mengingat banyaknya keterbatasan penulisan maupun pemahaman dalam skripsi ini . Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan tambahan wawasan bagi perkembangan kedepannya.

Malang, 6 Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... **i**
**HALAMAN PENGAJUAN** ..... **ii**
**HALAMAN PERSETUJUAN** ..... **iii**
**HALAMAN PENGESAHAN** ..... **iv**
**KATA PENGANTAR** ..... **v**
**DAFTAR ISI** ..... **vii**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **ix**
**DAFTAR TABEL** ..... **x**
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... **xi**
**ABSTRAK** ..... **xii**
**ABSTRACT** ..... **xiii**
**امللخص** ..... **xiv**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 5
1.3 Tujuan Penelitian ..... 5
1.4 Batasan Masalah ..... 5
1.5 Manfaat ..... 6

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 7
2.1 Teh ..... 7
2.1.1 Definisi Teh ..... 7
2.1.2 Klasifikasi Teh ..... 9
2.1.3 Morfologi Teh ..... 9
2.1.4 Kandungan Klorofil Daun Teh ..... 10
2.2 Dynamics Laser Speckle Imaging ..... 12
2.2.1 Laser Speckle Imaging ..... 15
2.3 Laser Helium-Neon ..... 18
2.4 Pengolahan Citra Digital ..... 21
2.5 Aplikasi BSL Tool Library ..... 22
2.6 Kamera WebCam ..... 23

**BAB III METODE PENELITIAN** ..... 24
3.1 Jenis Penelitian ..... 24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian ..... 24
3.3 Studi Literatur ..... 24
3.4 Alat dan Bahan ..... 25
3.4.1 Alat Penelitian ..... 25
3.4.2 Bahan Penelitian ..... 26
3.5 Diagram Alir Penelitian ..... 26
3.6 Prosedur Perancangan Alat ..... 27
3.7 Metode Pengolahan Data ..... 29
3.8 Metode Pengambilan Data ..... 30
3.9 Metode Analisis Data ..... 31

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** .....34
4.1 Hasil Penelitian.....34
4.1.1 Hasil Pengujian Kadar Klorofil .....34
4.1.2 Hasil Pengujian Kadar Kelayuan .....35
4.1.3 Hasil Citra Spekel Daun Teh .....36
4.2 Pembahasan .....38
4.2.1 Korelasi Antara Kadar Klorofil Dengan Kelayuan.....40
4.2.2 Korelasi Antara Hasil Analisis Spekel Dengan Kelayuan .....41
4.2.3 Korelasi Hasil Analisis Spekel Dengan Kadar Klorofil.....47
4.3 Integrasi Penelitian Dengan Al-Qur'an .....51

**BAB V PENUTUP**.....58
5.1 Kesimpulan.....58
5.2 Saran .....59

**DAFTAR PUSTAKA .....60**
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teh *(Camelia sinesis)*.....9
Gambar 2.2 Diagram Pola Spekel.....18
Gambar 2.3 Bagian-Bagian Laser He-Ne .....20
Gambar 2.4 *Webcam* .....24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....29
Gambar 4.1 Grafik biospeckle Analisis Kadar Klorofil Dengan Kelayuan.....41
Gambar 4.2 Grafik biospeckle Analisis Kontras Dengan Kelayuan.....42
Gambar 4.3 Grafik Antara Nilai IM Dan AVD Dengan Persen Kelayuan..... 47
Gambar 4.4 Grafik Biospekel Analisis Kontras Dengan Kadar Klorofil .....48
Gambar 4.5 Grafik Antara Nilai IM Dan AVD Dengan Kadar Klorofil .....50

# DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Format Tabel Pengambilan Data Penelitian.....32
Tabel 4.1 Data Nilai Absorbansi Daun Teh Panjang Gelombang 663 nm Dan 645 nm.....35
Tabel 4.2 Data Nilai Kelayuan Daun Teh.....36
Tabel 4.3 Data Hasil Pengolahan Citra Kontras spekel.....37
Tabel 4.4 Gambar Hasil THSP (Time History Speckle Pattern).....49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Penelitian .....61
Lampiran 2 Hasil Citra Daun Teh.....62
Lampiran 3 Gambar THSP.....63
Lampiran 4 Bukti Konsultasi .....64

# ABSTRAK

Rahmawati, Dian. 2022. **Kajian Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI) Untuk Mengukur Kadar Klorofil Dan Kelayuan Pada Daun Teh**. Skripsi : Progam Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si, (II) Irjan M.Si

---

**Kata Kunci :** *Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI),* Citra Spekel, Kadar Klorofil, Kontras, Momen Inersia, Perbedaan Nilai Absolut.

*Camellia sinensis* atau teh adalah tanaman yang daun dan pucuk daunnya sering digunakan sebagai bahan utama minuman. Minuman dari bahan teh ini karena kandungan klorofil didalamnya sering dikonsumsi di berbagai lapisan masyarakat di berbagai negara. Salah satu penentuan kadar klorofil pada daun teh masih menjadi kendala bagi produsen maupun konsumen. Dengan demikian, teknologi yang efektif untuk menentukan kadar klorofil daun teh pada tingkat kelayuan yang berbeda perlu dilakukan pada industri teh. Diantara banyak teknologi yang muncul, metode DLSI *(Dynamics Laser Speckle Imanging)* memiliki potensi terbesar karena cepat dan tidak merusak. Teknik metode biospekel laser untuk menilai dan mengukur fenomena biologis yang terkait kandungan kadar klorofil dan kelayuan daun teh. Diperoleh data batas persen kelayuan yang baik adalah $\geq 50\%$ dengan kadar klorofil yang harus dipenuhi adalah $\geq 8.06$ Mg/L dan biospeckle analisis kontras adalah $\geq 0.21$ au. Hasil tersebut menunjukkan potensi yang kuat dari teknik ini untuk memprediksi kandungan klorofil dalam daun teh pada tingkat kelayuan yang berbeda, tanpa harus mengekstraksi daunnya terlebih dahulu untuk mengetahui kadar klorofilnya.

# ABSTRACT

Rahmawati, Dian. 2022. **Study of Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI) To Measure Chlorophyll Levels And Withering In Tea Leaves**. Undergraduate Thesis : Physics Departement, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor : (I) Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si, (II) Irjan M.Si

---

**Keywords:** Dynamics Laser Speckle Imaging (DLSI), Speckle Image, Chlorophyll Content, Contrast, Moment Inertia, Average Value Of Difference

Camellia sinensis or tea is a plant whose leaves and shoots are often used as the main ingredient in beverages. Drinks made from this tea because of the chlorophyll content in it are often consumed in various levels of society in various countries. One of the determinations of chlorophyll content in tea leaves is still an obstacle for producers and consumers. Thus, an effective technology to determine the chlorophyll content of tea leaves at different wilting levels needs to be carried out in the tea industry. Among the many emerging technologies, the DLSI (Dynamics Laser Speckle Imaging) method has the greatest potential because it is fast and non-destructive. Laser biospeckle method technique to assess and measure biological phenomena related to chlorophyll content and wilting of tea leaves. The data obtained that the percentage of wilting is good is 50% with chlorophyll content that must be met is 8.06 Mg/L and biospeckle contrast analysis is 0.21 au. These results show the strong potential of this technique to predict the chlorophyll content in tea leaves at different wilting levels, without having to extract the leaves first to determine the chlorophyll content.

**امللخص**

رحمهوتي ، ديان. 2022. دراسة التصوير الديناميكي للرقط بالليزر ( **(DLSI)**لقياس مستويات الكلوروفيل والذبول في أوراق الشاي. الرسالة: برنامج دراسة الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (الأول) ويويس ساسمتانينج هدايةالماجستير (الثاني) ارجان لماجستير

---

الكلمةلإشارية : تصوير رقطة الليزر الديناميكي ( (DLSI، صورة رقطة ، محتوى الكلوروفيل ، قيمة التباين ، قيمة العطالة اللحظية.

كاميليا سينينسيس أو الشاي هو نبات غالبًا ما تستخدم أوراقه وبراعمه كمكون رئيسي في المشروبات. غالبًا ما يتم استهلاك المشروبات المصنوعة من هذا الشاي بسبب محتوى الكلوروفيل فيه على مستويات مختلفة من المجتمع في مختلف البلدان. لا يزال أحد العوامل المحددة لمحتوى الكلوروفيل في أوراق الشاي يمثل عقبة أمام المنتجين والمستهلكين. وبالتالي ، يجب استخدام تقنية فعالة لتحديد محتوى الكلوروفيل في أوراق الشاي عند مستويات الذبول المختلفة في صناعة الشاي. من بين العديد من التقنيات الناشئة ، تتمتع طريقة DLSI (Dynamics Laser Speckle Imaging)بأكبر إمكانات لأنها سريعة وغير مدمرة. تقنية طريقة النقش الحيوي بالليزر لتقييم وقياس الظواهر البيولوجية المتعلقة بمحتوى الكلوروفيل وذبول أوراق الشاي. البيانات التي تم الحصول عليها تفيد بأن نسبة الذبول جيدة 50٪ مع محتوى الكلوروفيل الذي يجب استيفاءه هو 8.06 مجم / لتر وتحليل تباين القشرة الحيوية هو 0.21 .auتظهر هذه النتائج الإمكانات القوية لهذه التقنية للتنبؤ بمحتوى الكلوروفيل في أوراق الشاي عند مستويات ذبول مختلفة ، دون الحاجة إلى استخراج الأوراق أولاً لتحديد محتوى الكلوروفيل.

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Manusia yang merupakan makhluk Allah SWT yang berakal yang senantiasa perlu mempelajari tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran-Nya untuk menambah wawasan dan semakin bertaqwa kepada Allah SWT. Dari tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran tersebut Allah SWT terdapat didalamnya faedah-faedah didalamnya khususnya pada jenis tumbuhan. MIH Farooqi dalam kitab Royyani (2019) menjelakan bahwa Allah SWT menyebutkan di dalam al-Qur'an ayat tentang tumbuhan sebanyak 33 ayat, salah satunya yaitu, firman Allah SWT dalam QS. Abasa/80:27-32 yang berbunyi:

فَأَنۢبَتۡنَا فِيهَا حَبّٗا ٢٧ وَعِنَبٗا وَقَضۡبٗا ٢٨ وَزَيۡتُونٗا وَنَخۡلٗا ٢٩ وَحَدَآئِقَ غُلۡبٗا ٣٠ وَفَٰكِهَةٗ وَأَبّٗا ٣١ مَّتَٰعٗا

لَّكُمۡ وَلِأَنۡعَٰمِكُمۡ ٣٢

*"Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, 28). Anggur dan sayur-sayuram, 29). Zaitun dan kurma, 30). Kebun-kebun yang lebat, 31). Dan buah-buahan serta rumput-rumputan, 32). Untuk kesenanganmu dan binatang ternakmu"* (QS. 'Abasa (80): 27-32).

Ayat diatas menjelaskan bahwa tumbuhan itu sangat berguna dan bermanfaat bagi makhluk hidup, keduanya juga saling membutuhkan. Setiap unsur tumbuhan memiliki faedah yang bisa diteliti dan dikembangkan dalam kehidupan kita, dan banyak sekali dari unsur tumbuhan yang dapat diteliti untuk mencerahkan dan memberikan pandangan yang lebih dalam akan kandungan dari unsur tersebut. Sehingga dalam penjelasan ayat diatas dapat diketahui bahwa tumbuhan merupakan salah satu tanda dari kekuasaan Allah SWT yang diberikan kepada makhluk hidup

agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Untuk pemanfaatannya sendiri yakni dengan mengetahui kandungan di daun. Adapun kandungan dalam daun meliputi kadar klorofil. Kandungan klorofil dalam daun akan berbeda seiring dengan tingkat kelayuan daun. Sehingga perlu penelitian untuk mengetahui waktu kandungan klorofil tertinggi pada daun.

Teh adalah hasil olahan dari tanaman *Camelia Sinensis* yang diambil pada pucuk daun muda dan merupakan salah satu produk unggulan karena menjadi komoditas ekspor terbesar di Indonesia. Salah satu yang menjadi kendala bagi para konsumen maupun produsen yaitu pada pemilihan teh yang berkualitas tinggi adalah rendahnya wawasan maupun pengetahuan konsumen dan produsen terhadap kualitas teh, sehingga menjadi penyebab perbedaan kualitas teh.

Kualitas pucuk daun teh ditentukan dan dianalisis dari pemisahan atau pengelompokan pucuk daun berdasarkan kriteria pucuk daun. Kualitas daun teh bergantung pada beberapa faktor yaitu; (1) Komposisi kimia; (2) jenis klon; (3) variasi musim dan kondisi tanah; (4) perlakuan kultur teknis; (5) umur daun; dan (5) banyaknya sinar matahari yang diterima. Kandungan senyawa kimia pada daun teh sangat bervarisi meliputi karbohidrat, alkaloid, protein dan asam amino, pectin dan klorofil. Salah satu yang menjadi unsur penentu kualitas daun teh adalah kandungan klorofil di dalamanya. Klorofil yang berwarna hijau segar akan mengalami penguraian menjadi feofitin (Towaha, 2013). Kualitas tertinggi daun teh berada pada pucuk-pucuk daunnya, hal ini terjadi karena pucuk daun teh terbebas dari hama ulat dan lainnya. Bagian pucuk daun teh juga digunakan untuk menghasilkan rasa teh yang lebih nikmat dan segar (Amiruddin, 2012).

Untuk menentukan kualitas teh maupun kandungan didalamnya masih menjadi kendala bagi konsumen maupun produsen. Untuk mengetahui kadar

klorofil daun teh masyarakat umumnya masih mengukurnya dengan cara merusak daunnya. Cara pengujian kandungan klorofil daun teh masih banyak dilakukan dengan cara manual. Kekurangan analisis seperti ini yaitu sangat mudah dipengaruhi oleh subjektifitas sehingga hasil yang diperoleh tidak konsisten. Oleh karena itu perlu adanya metode yang dapat menentukan kandungan klorofil daun teh secara cepat.

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan klorofil daun teh adalah Laser Speckle Imaging (LSI) berdasarkan analisis kontras spekel yang merupakan teknik sederhana dan kuat untuk pencitraan dinamika heterogen. Namun, interpretasi kuantitatif dari data yang diperoleh tidak langsung untuk kasus umum bidang spekel yang dibentuk oleh campuran penghambur dinamis dan statis seperti sel darah dan tulang atau jaringan. Analisis data spekel yang disebut dynamics Laser Speckle Imaging (dLSI) yang dapat digunakan untuk mengekstraksi parameter korelasi temporal dengan benar dari kontras spekel yang diukur dengan adanya latar belakang statis atau berevolusi lambat. Metode *Laser Speckle Imaging* (LSI) telah banyak dilakukan oleh para peneliti untuk identifikasi beberapa hal. Metode *Laser Speckle Imaging (LSI)* digunakan untuk menganalisis kontras optis lapisan lilin lebah pada buah tomat oleh Fitri dkk (2017), kesimpulan pada penelitian ini bahwa nilai kontras, konsentrasi lapisan lilin lebah dan ukuran bulir spekel terdapat adanya hubungan korelasi. Konsentrasi lapisan lilin lebah yang semakin tinggi maka akan diikuti dengan nilai ukuran bulir yang semakin rendah daan konsentrasi lapisa lilin yang rendah. Metode LSI juga digunakan untuk menganalisis intensitas citra tetesan air oleh Basri dkk (2017), penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa tetesan air yang semakin besar akan menyebabkan membesarnya ukuran bulir spekel dan menurunnya nilai intensitas

citra spekel. Kemudian pada penelitisn lain yang menggunakan metode LSI juga digunakan untuk mengukur kadar gula oleh Zulkarnain (2018), penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa pada usia 17 sampai dengan 63 tahun nilai korelasi untuk tingkat intensitas kontras grey value dan gula darah sebesar 0,336. Sehingga dari nilai tersebut korelasinya tidak sesuai.

Penelitian tentang pengolahan citra digital juga dilakukan pada pengujian kualitas teh. Metode pengolahan citra digital pernah dilakukan oleh Effendi dkk (2017) untuk identifikasi jenis dan mutu teh, kesimpulan yang didapatkan hasil prediksi bahwa terdapat 11 citra yang sesuai dan 15 citra yang tidak sesuai pada 26 sampel citra teh, sehingga diperoleh sebesar 42,31% nilai akurasi keberhasilan identifikasi jenis dan mutu teh yang kemudian penggunaan citra digital juga dilakukan oleh Ren dkk (2020) menggunakan infrared hyperspectral imaging untuk kualitas the hitam, kesimpulan yang diperoleh bahwa kinerja model ditingkatkan dengan penggabungan fitur persepsi ganda. Model pohon halus berdasarkan penggabungan data memperoleh kinerja prediksi terbaik, dan tingkat klasifikasi yang benar (CCR) untuk mengevaluasi kualitas teh hitam adalah 93,13% dalam proses prediksi. Sebelumnya sudah dilakukan penelitian tentang uji kualitas daun teh dengan beberapa metode dan sensor. Sehingga diperlukan penelitian mengenai uji nilai korelasi kualitas daun teh berdasarkan pengolahan citra digital.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi dalam penentuan kualitas daun teh dan penelitian pendahuluan penggunaan teknik Laser Speckle Imaging (LSI) maka diperlukan penelitian lebih lanjut tentang kemungkinan Dynamic Laser Speckle Imaging (DLSI) untuk mengukur kualitas daun the yang diwakili oleh kadar klorofil dan kadar kelayuan. Perbedaan kadar klorofil dan kelayuan akan berpengaruh pada

pola spekel yang dihasilkan. Analisis pola spekel diharapkan dapat menunjukkan kualitas teh berdasarkan nilai klorofil dan kelayuan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka diperoleh rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini antara lain yaitu:

1. Bagaimana korelasi antara kadar klorofil dengan nilai kelayuan pada daun teh?
2. Bagaimana korelasi antara hasil analisis spekel dengan kelayuan pada daun teh menggunakan dynamics laser speckle imaging?
3. Bagaimana korelasi antara hasil analisis spekel dengan kadar klorofil pada daun teh menggunakan dynamics laser speckle imaging?

## 1.3 Tujuan

Berikut tujuan penelitian kali ini adalah:

1. Untuk mengetahui korelasi antara kadar klorofil dengan kelayuan pada daun teh.
2. Untuk mengetahui korelasi antara hasil analisis spekel dengan kelayuan pada daun teh menggunakan dynamics laser speckle imaging?
3. Untuk mengetahui korelasi antara hasil analisis spekel dengan kadar klorofil pada daun teh menggunakan dynamics laser speckle imaging?

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi penelitian kali ini agar lebih terarah, maka berikut beberapa batasan masalah:

1. Penelitian dilakukan pada citra spekel teh.

2. Laser yang digunakan adalah laser He-Ne.
3. Daun teh yang digunakan yakni daun teh hijau *(camellia sinensis)*
4. Software yang digunakan penelitian kali ini yaitu BSL Tool Library.
5. Jenis kamera yang digunakan adalah WEBCAM full HD 720p

## 1.5 Manfaat

Manfaat penelitian kali ini bagi beberapa pihak adalah sebagai berikut:

1. Manfaat penelitian kali ini yang dapat dimanfaatkan bagi penulis yaitu untuk memperdalam wawasan mengenai bagaimana kajian pola citra spekel dengan metode dinamis laser speckel imaging dan memperdalam pengetahuan tentang pengolahan citra digital.
2. Manfaat penelitian kali ini yang bisa dimanfaatkan bagi pembaca yaitu untuk korelasi kadar klorofil dan kelayuan dengan pola citra spekel serta dapat membantu untuk menganalisis pola citra spekel.

# BAB II

# KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas tentang kajian pustaka yang digunakan dalam penuisan skripsi ini. Kajian pustaka yang dibahas dibagi menjadi beberapa subbab yaitu Tanaman Teh, Dynamics Laser Speckle Imaging, Laser He-Ne, Pengolahan Citra Digital, dan Kamera WebCam.

## 2.1 Teh

### 2.1.1 Definisi Teh

Teh *(Camellia sinensis)* merupakan salah satu jenis tumbuh-tumbuhan yang tumbuh sepanjang tahun dan menghijau. Tanaman yang berasal dari Asia Tengara meliputi India, Sri Lanka, hingga Tiongkok. Dalam Teh terdapat kandungan kafein atau sejenis infus. Pembuatan teh sendiri dengan cara diseduh pucuk daun maupun tangkai daun yang sudah melalui proses pengeringan dan kemudian diseduh dengan air yang mendidih.

Teh adalah salah satu jenis minuman yang sering dikonsumsi di seluruh belahan dunia. Teh dari tanaman Camellia sinensis dapat dikelompokkan menjadi teh hitam, teh oolong dan teh hijau. Kebiasaan minum teh lintas budaya bervariasi. Camellia sinensis mengandung polifenol bahan aktif, yang memiliki subkelompok yang dikenal sebagai katekin. Katekin adalah antioksidan kuat. Telah disarankan bahwa polifenol teh hijau dapat menghambat proliferasi sel dan studi observasional telah menyarankan bahwa teh hijau mungkin memiliki efek pencegahan kanker.

Teh telah terbukti memiliki berbagai manfaat fisiologis dan farmakologis

efek. Diantaranya adalah memperlambat katabolisme katekolamin, memperkuat kapiler memberikan efek anti-inflamasi dengan meningkatkan efektivitas asam askorbat, bertindak sebagai antioksidan, menghambat enzim pengubah angiotensin, memiliki aksi hipokolesterolemia, dan menghambat pertumbuhan implan sel ganas.

Dalam salah satu laporan paling awal, ahli bedah tentara merekomendasikan penggunaan teh dalam air tentara botol sebagai profilaksis terhadap tipus. Sampai saat ini, bagus bukti untuk aktivitas antimikroba yang berguna dari teh  hilang. Meskipun ada beberapa laporan dari efek antibakteri teh in vitro dan in vivo, terutama melawan patogen usus, ini agak dangkal dan terpisah-pisah (Rosniawaty dkk. 2017).

Tanaman teh mempunyai beragam manfaat diantaranya sebagai anti mikroba, menstimulasi sistem imun, anti kanker, anti bakteria, anti oksidan, pencegah aterosklerosis, antidiabetes, menjaga kesehatan jantung, kesehatan gigi, mencegah darah tinggi, memperlancar saluran urin, menurunkan kolesterol, mencegah bau mulut dan masih banyak manfaat dari daun the yang lainnya. Daun the bermanfaat karena memiliki banyak sekali kandungan senyawa kimia di dalamnya diantaranya gula, polofenol, oksidasi, flavonoid, klorofil dan asam amino yang terdapat pada vakuola.

Gambar 2.1 Teh (*Camellia sinensis)*

### 2.1.2 Klasifikasi Teh

Secara taksonomi, teh hijau (Camellia sinensis) di klasifikasikan sebagai berikut (Tuminah, 2004):

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Sub Kelas : Dialypetalae

Ordo : Guttiferales (Clusiales)

Genus : Camellia

Spesies : Camellia sinensis

### 2.1.3 Morfologi Teh

Berikut merupakan morfologi dari tanaman teh:

a. Morfologi Tanaman Teh

Anggota famili teh adalah pohon atau perdu yang selalu hijau dengan tinggi sekitar 10 - 15 m di alam liar dan 0,6 - 1,5 m saat pertumbuhan. Memiliki warna daun hijau, tepi daun yang bergerigi, lanset, berseling, tangkai pendek, coriaceous, gundul atau puber di bawahnya, dengan

variasi panjang dari 5 - 30 cm dan lebar berisar 4 cm. Daun yang tua warnamya hijau tua dengan permukaan biasanya kasar. Berbeda dengan daun muda akan memiliki permukaan yang halus. Memiliki bunga dengan warna putih dengan diameter 2,5- 4 cm, didapatkan menyendiri atau berkelompok dua atau empat. Bunga memiliki banyak benang sari dengan kepala sari berwarna kuning dan menghasilkan kapsul berwarna merah kecoklatan (Ross, 2005). Buah adalah kapsul bersel tiga berbentuk segitiga, pipih, halus, bulat, biji soliter di masing-masing, ukuran kacang kecil (van Steenis, 2008).

b. Morfologi Pucuk Tanaman Teh

Daun Teh mempunyai bentuk daun yang menyirip yang terletak selang-seling antar daunnya. Daun teh memiliki helai daun langset dan setiap ujung daunnya berbentuk runcing dan tepi daunnya yang bergerigi daan lancip. Antara daun yang muda dengan yang tua memiliki perbedaan warna yakni daun muda lebih terang daripada daun tua. Pucuk daun teh berjumlah sekitar 5-6 helai daun dari atas tangkainya.

### 2.1.4 Kandungan Klorofil Pada Daun

Daun teh memiliki kandungan zat warna sekitar 0.019% dari berat kering daun. Warna daun teh merupakan salah satu unsur untuk menentukan kualitas teh hijau, warna zat hijau dalam daun sering disebut dengan klorofil. Kandungan klorofil daun pada rentang skala spatio-temporal adalah pusat untuk memantau produktivitas vegetasi, mengidentifikasi stres fisiologis dan mengelola sumber daya biologis. Namun, memperkirakan klorofil daun pada luasan spasial yang luas menggunakan metode tradisional berbasis darat adalah

waktu dan sumber daya yang berat. Indeks vegetasi spektral yang diturunkan dari satelit biasanya digunakan untuk memperkirakan kandungan klorofil daun, namun sering dikembangkan dan diuji pada spesies berdaun lebar. Penelitian yang relatif sedikit telah menilai untuk struktur daun yang berbeda, terutama daun jarum yang mewakili komponen besar hutan boreal dan ekosistem global yang signifikan. (Towaha, 2013).

Kandungan klorofil juga dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Yasin ayat 80 yang berbunyi:

Firman Allah SWT

ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُم مِّنَ ٱلشَّجَرِ ٱلْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَآ أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ ﴿٨٠﴾

*"yaitu Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu".(Q.S Yasin (36:80).*

Menurut Shihab dalam tafsir Al-Mishbah (2001), kalimat "*asy-syajar alakhdhar*" dapat diartikan sebagai pohon yang hijau, pohon yang hijau merujuk pada zat hijau daun. Zat ini sangat digunakan pada proses fotosintesis dan proses asimilasi karbon dioksida. Zat hijau daun biasanya disebut dengan klorofil. Zat hijau daun tidak hanya ada pada dun saja tetapi pada bagian sruktur tumbuhan yang lain pada bagian tumbuhan yang hijau.

Para produsen yang mencakup pelaku industri maupun pengusaha dan petani sangat penting mengetahui kandungan senyawa maupun perubahan-perubahan yang terjadi selama proses pengolahan dalam daun teh, sehingga teh yang dihasilkan memiliki cita rasa dan aroma serta berkhasiat tinggi yang dapat memilih jenis teh yang tepat sesuai kebutuhannya (Towaha, 2013).

## 2.2 Dynamics Laser Speckle Imaging

Analisis data bintik dapat dilakukan dengan metode dynamics Laser Speckle Imaging (dLSI) yang digunakan untuk mengekstraksi parameter korelasi temporal dengan tepat dari kontras bintik yang diukur dengan latar belakang statis atau berevolusi lambat.

Kontribusi cahaya statis berasal dari pengukuran dengan korelasi silang gambar spekel berurutan. Eksperimen pencitraan spekel in-vivo yang dilakukan di otak hewan pengerat menunjukkan bahwa dLSI mengarah pada hasil yang lebih baik. Respon hemodinamik serebral diamati melalui tengkorak yang tipis dan utuh lebih menonjol pada gambar dLSI dibandingkan dengan analisis kontras spekel standar. Metode yang diusulkan juga menghasilkan manfaat sehubungan dengan kualitas gambar spekel dengan menekan kontribusi refleksi spekular yang tidak terdistribusi secara merata.

Analisis spekel laser dinamis sebagai sumber informasi tentang aktivitas bahan biologis atau bahkan non-biologis menuntut banyak pemrosesan gambar yang terkait untuk pendekatan matematis dan statistik; analisis ini dibatasi oleh rendahnya kapasitas komputer dan kamera di aplikasi sebelumnya.

Uji homogenitas membagi citra nN x mM piksel, pada analisis windowsW*(i, j)* n x m piksel , untuk semua 1≤ i ≤N dan 1 ≤j ≤M, menerapkan indikator yang dipilih pada data ini, mendapatkan nilai indikator aktivitas A*(i, j)* untuk jendela W*(i, j)*. Contoh indikator aktivitas pada jendela analisis, (BRAGA, 2021). Nilai homogenitas H dari window $W(i_0 j_{0,})$ dapat dihitung sebagai komplemen dari kontras spasial Ca Yang seperti itu (Roberto dkk, 2016).

$$H = 100\left(1 - \frac{C_a}{C_{max}}\right) \quad (2.1)$$

$$S_I = I_I - I_{I-t} \quad (2.2)$$

$$T_I(i,j) = \begin{cases} 1 \; if \left|S_{I\,(i,j)}\right| > Z \\ 0 \; if \left|S_{I\,(i,j)}\right| \leq Z \end{cases} \quad (2.3)$$

Oleh karena itu, sejarah gerakan lengan dicatat oleh prosedur MHI, dalam sekejap melalui persamaan berikutnya, (Roberto dkk, 2016).

$$MHI_I = 225 \sum_{k=0}^{w-1} T_{I-k} \; h_{k,} \quad (2.4)$$

$$h_{k,} = \frac{N-k}{M}, \quad (2.5)$$

dimana nilai $h_{k,}$adalah pembobotan berdasarkan umur gambar dan *M = N(N +1)/2* adalah sama ke penjumlahan N bilangan asli pertama, sehingga penjumlahan semua $h_{k,}$selalu 1.

Selisih Rata-rata (AD) adalah metode pertama yang diketahui dan memberikan hasil dengan nilai relatif, sejak kehadiran penyebut dalam Persamaan membuat setiap perbedaan relatif terhadap intensitas yang diamati. Dengan demikian, Ik mewakili gambar (matriks intensitas) yang diambil dalam instan k, yang disajikan dalam Persamaan (Roberto dkk, 2016).

$$AD = \sum_k \frac{|I_k - I_{k-1}|}{I_k + I_{k-1}} \quad (2.6)$$

memberikan hasil yang sama dari metode GD dengan konsumsi waktu komputer yang lebih rendah, oleh karena itu kami biasanya mengadopsi metode SD alih-alih GD di laboratorium kami, Persamaan, di mana matriks Ik mewakili gambar

yang diambil dalam k instan, $E|I_k|$berarti nilai rata-rata temporal $I_k$, untuk semua *k*, dan *N* berarti jumlah gambar yang dianalisis, (Junior dkk, 2016).

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_k^N |I_k - E[I_k]^2|} \tag{2.7}$$

Intensitas kejadian pada orde kedua dinyatakan dalam persamaaan:

$$\langle I \rangle = n!\,(2a^2)^n = n!\,\langle I \rangle^n \tag{2.8}$$

$$\langle I \rangle^n = 2!\,\langle I \rangle^2 \tag{2.9}$$

$$= 2\langle I \rangle^2$$

Standar deviasi diperoleh dari:

$$\sigma_I^2 = \langle I \rangle^2 - \langle I \rangle^2 = \langle I \rangle^2 \tag{2.10}$$

Kontras didefinisikan sebagai perbandingan antara standar deviasi dengan rata-rata dari intensitas citra spekel. Sehingga dapat dinyatakan nilai kontras dengan persamaan:

$$\mathrm{C} = \frac{\sigma I}{\mu I} \tag{2.11}$$

Matriks Kejadian Bersama (COM) adalah matriks perantara yang kami gunakan untuk mengevaluasi dispersi piksel berurutan dalam pemantauan titik THSP M melalui N sampel, seperti yang ditunjukkan Persamaan (2.8),

$$\mathrm{COM}(i,j) = \sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N-1}\begin{cases}1, & if\ THSP\ (m,n) = i\ and\ THSP(m,n+1) = j \\ 0 & \end{cases} \tag{2.12}$$

di mana matriks COM mewakili histogram transisi intensitas. Jadi, COM(I, j) memiliki berapa kali transisi tingkat intensitas i ke j.

Momen Inersia (IM) didasarkan pada konstruksi Time History Speckle Pattern (THSP) Secara umum, kalkulus inersia momen disajikan dalam Persamaan:

$$IM = \sum_i \sum_j \frac{COM\ (i,j)}{Normalization} |i - j|^2 \quad (2.13)$$

Nilai Rata-rata Selisih (AVD) pada Persamaan (1.16), dengan selisih IM, menggantikan operasi kuadrat dengan nilai absolut, menjadi cara untuk mengatasi efek kuadrat yang meningkatkan persepsi perubahan tinggi dalam THSP daripada perubahan rendah sehingga mendistorsi hasil seperti ditunjukkan pada persamaan (2.8),

$$AVD = \sum_i \sum_j \frac{COM\ (i,j)}{Normalization} |i - j| \quad (2.14)$$

### 2.2.1 Laser Speckle Imaging

*Laser Speckle Imaging* merupakan suatu metode yang menggunakan teknik optic pencitraan yang menggunakan laser sebagai pendeteksi dan penganalisis perubahan intensitas dari objek yang terhambur. Laser Speckle Imaging (LSI) berdasarkan analisis kontras bintik adalah teknik sederhana dan kuat untuk pencitraan dinamika heterogen Bintik laser adalah pola interferensi yang dihasilkan oleh cahaya yang dipantulkan atau dihamburkan dari berbagai bagian permukaan kasar yang diterangi (yaitu, nonspekular). Ketika area yang diterangi oleh sinar laser dicitrakan ke kamera, pola granular atau bintik

dihasilkan. Jika partikel yang tersebar bergerak, pola bintik yang berubah-ubah waktu dihasilkan pada setiap piksel dalam gambar. Variasi intensitas pola ini mengandung informasi tentang partikel yang tersebar. (Zulkarnain, 2018).

Penganalisis pembentukan gambar dan sifat dinamis dalam laser speckle imaging (LSI) baik secara eksperimental maupun dengan simulasi Monte Carlo. Kami menunjukkan untuk kasus inklusi cairan bahwa resolusi spasial dan sinyal itu sendiri secara signifikan dipengaruhi oleh hamburan dari lingkungan keruh. Hamburan berganda menyebabkan pengaburan ketidakhomogenan dinamis seperti yang dideteksi oleh LSI.

Kehadiran komponen cahaya yang tersebar tidak berfluktuasi menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kontras gambar yang diukur dan memperumit estimasi waktu relaksasi. Penyajian skema pemrosesan yang disempurnakan yang memungkinkan estimasi waktu relaksasi yang benar dari data LSI. Metode LSI mempunyai struktur rancangan yang telah terbagi menjadi tiga bagian yakni sumber cahaya oleh laser, objek pengamatan dan detektor oleh CCD (Erlangga, 2014).

Sebuah metode yang mampu menentukan komposisi plak aterosklerotik dan mengukur viskoelastisitas plak dapat memberikan wawasan berharga tentang fitur intrinsik yang terkait dengan ruptur plak dan dapat memungkinkan identifikasi lesi berisiko tinggi. Pada artikel ini, kami menjelaskan teknik optik baru, laser speckle imaging (LSI), yang mengukur indeks viskoelastisitas plak. Kami mengevaluasi potensi LSI untuk mengkarakterisasi plak aterosklerotik. Forward scattering adalah pendekatan pada metode LSI. Pendekatan ini terbagi menjadi tiga unit yaitu laser He-Ne sebagai transmitter, CCD (*Charge Couple Device*) sebagai receiver, dan PC sebagai penampil (Havizullah, 2019).

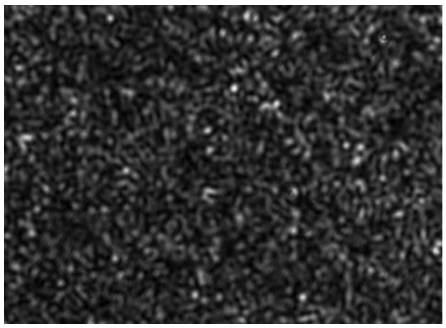
Bintik laser dari spesimen aorta diperoleh dengan pengaturan optik Cahaya (632,8 nm) dari laser helium-neon dipantulkan dari cermin yang dipasang di galvanometer dan difokuskan ke titik berdiameter 75 m pada permukaan luminal spesimen. Cermin yang dipasang di galvanometer dikendalikan komputer untuk menyediakan pemindaian sinar melintasi spesimen. Kamera CCD (TM-6710CL, Pulnix) dipasang di atas spesimen aorta dan digunakan untuk menangkap pola bintik 2D dengan kecepatan 240 bingkai per detik selama 2 detik. Sebuah polarizer ditempatkan di depan lensa kamera CCD untuk meminimalkan refleksi specular dari permukaan spesimen. (Skipetrov, 2010).

Pola spekel laser dengan variasi waktu yang diperoleh dalam kondisi statis dan deformasi dianalisis menggunakan teknik korelasi silang untuk menentukan konstanta waktu dekorrelasi spekel, yang berbanding terbalik dengan laju perubahan pola bintik. Korelasi silang 2D yang dinormalisasi dari gambar bintik pertama dengan setiap gambar dalam rangkaian gambar yang berubah-ubah waktu dihitung dalam domain Fourier.

Nilai korelasi silang yang dinormalisasi ditentukan untuk setiap gambar dan diplot sebagai fungsi waktu untuk mendapatkan bintik kurva dekorrelasi untuk setiap lesi. Untuk memperkirakan tingkat dekorelasi spekel, dihitung dengan pemasangan eksponensial dari kurva dekorelasi spekel yang dinormalisasi. Meskipun pola bintik diperoleh selama 2 detik, pemasangan eksponensial tunggal paling baik dilakukan di wilayah kurva dekorrelasi bintik yang dinormalisasi di mana nilai korelasi silang turun menjadi 75% dari maksimumnya. Durasi waktu di mana nilai korelasi silang turun menjadi 75%

dari maksimumnya berkisar antara 40 ms untuk fibroatheroma topi tipis hingga 200 ms untuk plak fibrokalsifikasi (FC) (Harmadi, 2011).

Laser Speckle Imaging (LSI) berdasarkan analisis kontras spekel adalah teknik sederhana dan kuat untuk pencitraan dinamika heterogen. Namun, interpretasi kuantitatif dari data yang diperoleh tidak langsung untuk kasus umum bidang spekel yang dibentuk oleh campuran penghambur dinamis dan statis seperti sel darah dan tulang atau jaringan (Apsari, 2009).



Gambar 2.2 Digram Pola Spekel

## 2.3 Laser Helium Neon (He-Ne)

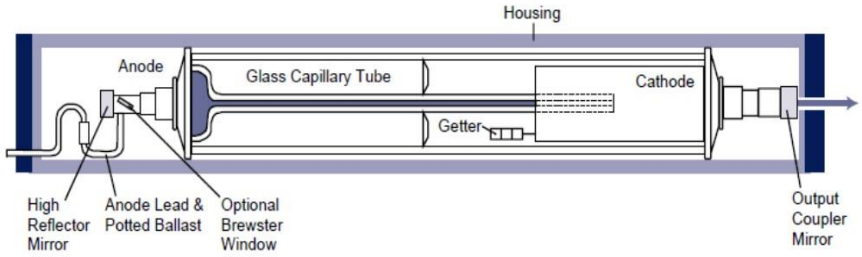
Laser digunakan karena cahayanya mempunyai keunggulan dibandingkan dengan cahaya lain. Sifat laser diantaranya adalah kesejaran tinggi, monokromatis, koheren dan kecerahan tinggi (Sasmitaninghidayah, W. 2011). Iradiasi laser He-Ne energi rendah (LELI) ditemukan mempengaruhi aktivitas listrik dan morfologi pada saraf perifer yang utuh dan cedera parah pada tikus. Potensi aksi (AP) pada saraf yang sehat meningkat sebesar 33% setelah iradiasi transkutan tunggal. Iradiasi serupa pada saraf yang dihancurkan menyebabkan AP meningkat secara signifikan di atas AP saraf yang tidak disinari. Pengamatan morfologis mengungkapkan bahwa saraf yang terluka akibat radiasi laser telah

mengurangi jaringan parut dibandingkan dengan saraf yang terluka tetapi tidak terkena radiasi.

Helium-Neon atau HeNe Laser adalah laser gas yang menggunakan campuran Helium dan Neon sebagai media penguatan yang dieksitasi oleh pelepasan listrik. Laser HeNe lebih disukai untuk banyak aplikasi lab optik karena kemudahan pengoperasian dan biaya rendah dibandingkan dengan jenis laser lainnya. Fleksibilitas beberapa panjang gelombang dari laser tunggal, stabilitas yang melekat dalam transisi atom, atau kepercayaan diri yang berasal dari proses yang teratur, ada banyak alasan untuk memilih He Ne Laser untuk penelitian atau kebutuhan manufaktur peralatan.

Laser helium–neon (HeNe) dapat memancarkan beberapa garis dalam rentang tampak dan inframerah, tetapi sebagian besar laser yang tersedia secara komersial didasarkan pada garis merah pada 632,8 nm, dengan kekuatan beberapa miliwatt. Laser HeNe memiliki gain dan efisiensi yang sangat rendah, dan output cwnya tidak melebihi 100 mW. Aplikasi mereka terbatas pada tugas-tugas berdaya rendah. Media aktif laser helium-neon adalah campuran gas helium dan neon (biasanya 10:1). Energi pemompaan disediakan oleh pelepasan listrik dc (arus searah) tegangan tinggi sekitar 10 kV ke lubang tabung berisi gas dengan panjang antara 10 cm dan 2 m, berisi gas di bawah tekanan beberapa torr. Jumlah atom helium yang lebih banyak menyerap lebih banyak energi dari tumbukan dengan elektron yang dihasilkan dari pelepasan listrik daripada atom neon, dan atom-atom tersebut secara istimewa tereksitasi ke tingkat elektronik yang lebih tinggi. Kemudian, atom helium mentransfer kelebihan energi ke atom neon, menaikkannya melalui tumbukan resonansi ke keadaan metastabil, yang memiliki energi hampir identik dengan energi atom helium yang tereksitasi. Kemudian,

atom neon yang tereksitasi kembali ke keadaan dasar, menghasilkan emisi terstimulasi setelah inversi populasi tercapai (Ardiansyah, 2014).




Gambar 2.3 Bagian-Bagian Laser He-Ne

Prinsip Kerja Laser adalah media penguatan laser helium-neon terdiri dari campuran gas helium dan neon yang terkandung dalam tabung kaca pada tekanan rendah. Tekanan parsial helium adalah 1 mbar sedangkan neon adalah 0,1 mbar. Campuran gas sebagian besar terdiri dari gas helium. Oleh karena itu, untuk mencapai inversi populasi, kita perlu mengeksitasi terutama elektron-elektron dengan tingkat energi yang lebih rendah dari atom helium. Dalam laser He-Ne, atom neon adalah pusat aktif dan memiliki tingkat energi yang sesuai untuk transisi laser sementara atom helium membantu atom neon yang menarik. Elektroda (anoda dan katoda) disediakan dalam tabung gelas untuk mengirim arus listrik melalui campuran gas.

Elektroda ini terhubung ke catu daya DC. Untuk mencapai inversi populasi, kita perlu memasok energi ke media gain. Dalam laser helium-neon, kami menggunakan DC tegangan tinggi sebagai sumber pompa. Tegangan tinggi DC menghasilkan elektron energik yang bergerak melalui campuran gas. Campuran gas dalam laser helium-neon sebagian besar terdiri dari atom helium. Oleh karena

itu, atom helium mengamati sebagian besar energi yang disuplai oleh DC tegangan tinggi.

## 2.4 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital merupakan pengolahan citra secara digital yang melalui komputer digital. Dapat diketahui untuk pengolahn citra digital menggunakan pemrograman sebagai code untuk menghsilkan hasil citra yang baik sehingga dapat diketahui informasi yang tersirat.

Pengolahan citra digital berkaitan dengan manipulasi citra digital melalui komputer digital. Ini adalah subbidang sinyal dan sistem tetapi fokus terutama pada gambar. DIP berfokus pada pengembangan sistem komputer yang mampu melakukan pemrosesan pada suatu citra. Input dari sistem tersebut adalah citra digital dan sistem memproses citra tersebut menggunakan algoritma yang efisien, dan memberikan citra sebagai output. Contoh yang paling umum adalah Adobe Photoshop. Ini adalah salah satu aplikasi yang banyak digunakan untuk memproses gambar digital.

Pengolahan citra digital banyak digunakan dalam berbagai bidang untuk mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan dengan menganalisis video atau gambar untuk digunakan dalam pengambilan keputusan di dunia industri. Penggunaan teknologi mesin industri merupakan salah satu faktor terpenting dalam upaya mempermudah pekerjaan manusia, namun mesin industri tidak terlepas dari kegagalan kerja yang dapat menghambat proses produksi dan merugikan industri (Sulistiyanti, 2016).

Sebuah citra yang memiliki fungsi dua dimensi. Intensitas bayangan citra dapat diketahui dari fungsi  x dan fungsi y dimana fungsi (x,y) adalah koordinat

spasial dan pada titik amplitude F. Saat fungsi F(x,y) bernilai berhingga dapat dikatakan bahwa citra tersebut citra digital. Dengan kata lain, sebuah citra dapat didefinisikan dengan array fungsi (x,y) yang tersusun atau diatur dalam baris dan kolom. Elemen-elemen dalam citra digital mempunyai jumlah yang terbatas. Citra digital memiliki elemen piksel dan elemen gambar. Citra digital memiliki banyak piksel yang digunakan (Hermawati, 2013).

Sebuah keluarga filter nonlinier berdasarkan statistik pesanan disajikan. Sebuah alat matematika yang diturunkan melalui teori estimasi yang kuat, statistik pesanan telah memungkinkan para insinyur untuk mengembangkan filter nonlinier dengan sifat ketahanan yang sangat baik. Filter ini sangat cocok untuk pemrosesan gambar digital karena mempertahankan tepi dan detail halus gambar jauh lebih baik daripada filter linier konvensional. Properti probabilistik dan deterministik dari filter yang paling dikenal dan paling banyak digunakan dalam keluarga ini, filter median, dibahas. Selain itu, penulis mempertimbangkan filter yang, meskipun tidak berdasarkan statistik urutan, terkait dengannya melalui teori estimasi yang kuat (Purnomo dan Arif, 2010).

## 2.5 Aplikasi BSL Tool Library

Analisis data kontras pola citra spekel menggunakan aplikasi BSL Tool. Datapack yang digunakan adalah *pkg load bsltl*. Supaya aplikasi dapat dijalankan sesuai yang diinginkan maka perlu adanya pemrogaman atau source code. Aplikasi diawali dengan menginstal datapack bsltl agar dapat digunakan dan berjalan dengan baik. Adapun alur pemrograman dalam aplikasi BSL Tool untuk analisis kontras citra spekel beserta program yaitu :

## 1. Penentuan Time History Speckle Pattern

```
clear
close all
clc

%metode numerik

pkg load bsltl
IMAGESDIR = 'C:\Program Files\GNU Octave\day33';

DATA = datapack(IMAGESDIR,'',1,127,'bmp');

M =200;
Sigma= 2;
THSP=thsp_gaussian(DATA,M,Sigma);

[THSP POINTS] = thsp_gaussian(DATA,M,Sigma,'on');

imshow (THSP, []);
imagesc(THSP);colormap gray;grid;
xlabel('k');
ylabel('Points in the image datapack');
title('THSP');
```

## 2. Image processing untuk mendapatkan nilai Inertia Moment

```
pkg load bsltl
IMAGESDIR = 'C:\Program Files\GNU Octave\day33';

DATA = datapack(IMAGESDIR,'',1,127,'bmp');
THSP=thsp(DATA,'line',240);
COM=coom(THSP);
[IM1 IM2]=inertiamoment(COM,2)
```

## 3. Average Value of Difference

```
pkg load bsltl
IMAGESDIR = 'C:\Program Files\GNU Octave\day33';

DATA = datapack(IMAGESDIR,'',1,127,'bmp');
THSP=thsp(DATA,'line',240);
COM=coom(THSP);
[AVD1 AVD2]= avd(COM,2)
```

**4. Mean dan Standar Deviasi.**

```
pkg load bsltl
IMAGESDIR = 'C:\Program Files\GNU Octave\day33';
DATA=datapack(IMAGESDIR,'',1,127,'bmp');
LIN=240; LIN_WIDE=64;
COL=320; COL_WIDE=64;
PORTIONDATA=DATA(LIN+[0:LIN_WIDE-1],COL+[0:COL_WIDE-1],:);
[K D E]=graphkurt(PORTIONDATA);
MEAN=mean2(K)
STDDEV=std2(K)
```

## 2.6 Kamera Webcam

Webcam adalah kamera yang terhubung ke komputer. Ini menangkap baik gambar diam atau video gerak, dan dengan bantuan perangkat lunak, dapat mengirimkan videonya di Internet secara real-time. Gambar adalah Logitech Webcam C270, contoh webcam. Saat ini, sebagian besar webcam tertanam di tepi atas layar komputer laptop atau terhubung ke port USB atau FireWire komputer.

Gambar 2.4 *Action Camera* WEBCAM 720p

Spesifikasi:

- Resolusi Video: HD 1080p (1920x1080 piksel), HD 720p (1280x720piksel)
- ukuran tangkapan jendela besar: 640x480/800x600
- mode video: 24 bit true color
- Interface: USB 2.0.
- tingkat transmisi:320x240 25F/S 640x480 25F/S

1280x720 25F/S 1920x1080 25F/S

- rasio kebisingan-sinyal: 48 Db(30F/s 220LUX)
- rentang dinamis: 72 Db
- fokus gambar: 5 cm to infinity

# BAB III

# METODE PENELITIAN

## 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian kali ini menggunkan jenis penelitian yang bersifat eksperimental. Penelitian secara eksperimental yakni dengan mengambil data citra spekel daun teh terhadap kandungan klorofil dan kelayuan oleh detector berupa kamera, kemudian dibandingkan dengan pola speckel yang terbentuk. Penelitian kali ini diharapkan dapat berupa data kandungan klorofil dan kelayuan pada spekel daun teh.

## 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai januari 2022 di ruang gelap Laboratorium Zat Padat dan Optik, Jurusan Fisika, gedung B.J Habibie lantai 2, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

## 3.3 Studi Literatur

Dilakukannya Studi literatur pada penelitian kali ini adalah untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan teori-teori berhubungan yang akan menunjang dalam penelitian ini. Landasan teori yang diterapkan penelitian ini menegenai tanaman teh, metode *Dynamics Laser Speckle Imaging* (DLSI), cara mengukur kadar klorofil dan kelayuan daun teh, dan pengolahan citra digital pada BSL Tool Library.

## 3.4 Alat dan Bahan

### 3.4.1 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang diperluakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Kamera Webcam
2. Cawan Petri
3. Laser He-Ne
4. Meja Optik
5. Spektrofometer Vis
6. Statif
7. Tabung reaksi
8. Cermin
9. Rak tabung reaksi
10. Penggaris
11. Beaker Glass 50 ml
12. Batang Penyangga
13. Neraca Digital
14. Kaki Magnet
15. Corong 25 ml
16. Beem Splitter
17. Mortar
18. Kabel USB
19. Pipet ukur
20. PC
21. Cuvet
22. Software BSL Tool Library

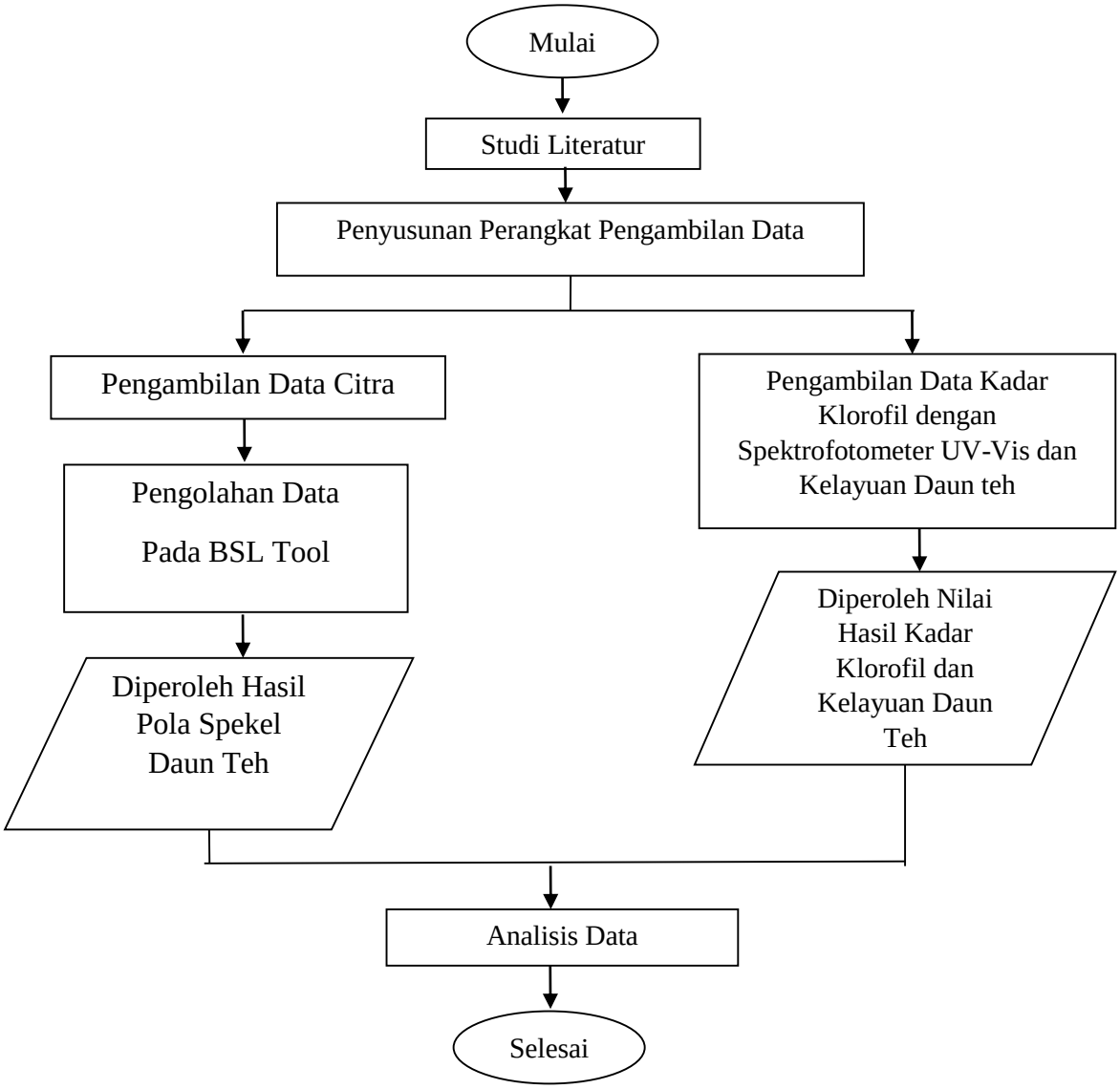
### 3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Daun Teh
2. Alkohol 70 %
3. Aquades
4. Kertas saring

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian kajian *Dynamics Laser Speckel Imaging* (DLSI) untuk mengukur kadar klorofil dan kelayuan pada daun teh ini meliputi beberapa tahapan yakni seperti yang ditunjukkan pada diagram alir sebagai berikut:




Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Prosedur Perancangan Alat

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data citra spekel daun teh secara eksperimental dengan menggunakan alat laser He-Ne yang selanjutnya disusun

laser He-Ne pada meja optik. Prosedur perancangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.6.1 Perancangan Alat Citra Spekel dengan Laser He-Ne

1. Menyiapkan meja optik yang berguna sebagai tempat menggerakkan *laser head* dan webcam.
2. Mengatur 3 klem pada statif dengan kaki magnet dan diletakkan diatas meja optic.
3. Peletakkan laser He-Ne diatur dengan cara menjepit denagn klem pada statif.
4. Menyiapkan tempat kamera dengan meletakkan batang statif dengan kaki magnet.
5. Meletakkan daun teh pada tempat objek sebagai sampel pengukuran, posisi daun teh lurus dan tidak berlipat supaya citra yang didapatkan sesuai.
6. Cahaya laser He-Ne yang dipantulkan diatur agar tepat diantara sampel agar mendapatkan posisi yang diingikan.
7. Memfoto sampel daun teh dengan cahaya laser yang sudah diatur
8. Hasil perolehan citra spekel yang sudah ada kemudian disimpan pada PC yang sudah tersambung.

3.6.2 Perancangan alat Spektrofotometer UV-Vis

1. Daun the yang sudah disiapkan lalu dihaluskan, kemudian di ekstraksi hasil penghalusan dengan larutan alkohol 70% dengan cara menghaluskannya menggunakan mortar sampai seluruh klorofilnya terlarut.

2. Hasil ekstraksi kemudian dinyakinkan untuk semua pigmennya warna hijaunya terlarut
3. Ekstrak daun teh kemudian disaring dengan saringan lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi
4. Menambahkan alkohol 70% pada ekstraksi daun teh dalam tabung reaksi pada batas yang sudah ditentukan.
5. Pindahkan hasil ekstraksi ke kuvet, dan diukur absorbansi larutan hasil ekstraksi tersebut dengan mengatur panjang gelombang 645 nm dan 663 nm.
6. Pengukuran Absorbansi (A) menggunakan spektrofotometer-Vis:
   1) Tekan Tombol MODE untuk memindahkan kursor di "A"
   2) Lihat nilai absorbasi sampel baru
   3) Tekan ENTER untuk melanjutkan pengukuran
   4) Atur panjang gelombang yang diinginkan dengan menekan Tombol GOTO λ.
   5) Lakukan kalibrasi menggunakan larutan blanko dengan menekan tombol ZERO
   6) Masukkan sampel yang akan di ukur
   7) Tekan START untuk memulai pengukuran (data hasil pengukuran langsung ditampilkan)
7. Menghitung Kadar klorofil dengan menggunakan rumus Wintersmans dan de Mots.

## 3.7 Metode Pengambilan Data

Penelitian kajian dynamics laser speckel imaging ini dilakukan dengan mengambil data secara eksperimental di laboratorium untuk memperoleh data citra spekel kandungan klorofil dan kelayuan daun teh. Pengambilan data dilakukan dengan rentang 1 hari sekali selama 5 hari. Selain pengambilan data secara eksperimental, kemudian dikorelasikan kandungan klorofil dan kelayuan daun teh dengan citra spekel dengan aplikasi BSL Tool.

*Tabel 3.1 Format Tabel Pengambilan Data Penelitian*

| Data ke | Sampel | Kadar Klorofil | Rata-rata Kadar Klorofil | Mean Citra | Standar Deviasi | Kontras | % Kelayuan | IM | AVD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| 2 | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| 3 | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |

## 3.8 Pengolahan Data

### 3.8.1 Pengolahan Citra Spekel

**1. Kontras**

Pola kontras (C) dari citra yang didapatkan didefinisikan sebagai perbandingan dari standar deviasi ($\sigma I$) dan nilai mean citra dari intensitas ($\mu I$) yang diukur. (Khaksari dan Sean, 2017):

$$C = \frac{\sigma I}{\mu I}$$

$$\text{Nilai Kontras} = \frac{Standar\ Deviasi}{Mean}$$

### 3.8.2 Penentuan Nilai Kadar Klorofil dan Kelayuan

Kadar klorofil didapatkan dengan persamaan:

Klorofil = (22,7*OD663+2,69*OD645) + (12,9*OD645-4,68*OD663)

Sedangkan untuk menetukan nilai kelayuan maka menggunakan persamaan:

$$\%\ \text{Kelayuan} = \frac{W_0 - W_s}{W_0}\ x\ 100\%$$

Keterangan: ≥ 50% = kualitas baik

≥ 50% = kualitas buruk

## 3.9 Metode Analisis Data

Data yang dihasilkan pada penelitian ini dianalisis menggunakan analisis kuantitatif dengan mengamati hasil dari citra spekel daun teh yang diperoleh dari perolehan aplikasi pada saat mengambil data citra secara eksperimental. Analisis secara kuantitatif dilakukan dengan cara mengambil citra daun teh, nilai kontras, Inertia Moment dan AVD dari data citra yang sudah diambil dan nilai kadar klorofil dan kelayuan pada daun teh. Hasil Citra yang diperoleh kemudian diolah pada aplikasi bsltl untuk dicari nilai standar deviasi dan *mean* dan dianalisis dengan metode numerik yakni THSP (Time History Speckle Pattern).

1. **Inertia Moment**

$$IM = \sum_i \sum_j \frac{COM\ (i,j)}{Normalization} |i - j|^2$$

**2. Average Value of Difference**

$$AVD = \sum_i \sum_j \frac{COM\ (i,j)}{Normalization} |i - j|$$

Analisis data secara kualitatif dengan membandingkan nilai kontras dengan nilai kadar klorofil dan kelayuan daun teh.

# BAB IV

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Hasil Penelitian

Penelitian kali ini mengambil data citra spekel daun teh dilakukan pada bulan tanggal 20 Januari 2022 sampai 31 Januari dengan rentang 1 hari sekali selama 5 hari pengambilan data di ruang gelap Laboratorium Zat Padat dan Optik pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 4.1.1 Hasil Pengujian Kadar Klorofil

Pengambilan data klorofil daun teh secara eksperimental menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada masing-masing sampel. Pengambilan data klorofil pada pengujian ini dilakukan pada masing-masing sampel sebanyak 3 kali pengulangan. Pengambilan data dilakukan pada waktu yang sudah ditentukan untuk mengetahui nilai kadar klorofil pada tingkat kelayuan tertentu. Pengujian kadar klorofil didapatkan hasil dari spektrofotometer UV-Vis terdiri dari nilai absorbansi pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Hasil data yang didapat selanjutnya akan dipakai untuk menentukan nilai kadar klorofil yang terkandung didalamnya. Untuk analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

*Tabel 4.1 Data nilai Absorbansi daun teh panjang gelombang 663 nm dan 645 nm*

| Data Hari ke | Absorbansi | | Kadar Klorofil (mg/L) | Rata-rata Kadar Klorofil (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| | 663 nm | 645 nm | | |
| 1 | 2.907 | 2.641 | 93.5573 | 96.1165 |
| | 3.106 | 2.815 | 99.856 | |
| | 2.656 | 2.314 | 94.9364 | |
| 2 | 2.676 | 2.549 | 87.9604 | 87.9326 |
| | 2.701 | 2.421 | 86.4154 | |
| | 2.668 | 2.652 | 89.422 | |
| 3 | 2.292 | 2.185 | 75.366 | 70.4377 |
| | 2.057 | 2.326 | 73.3295 | |
| | 1.896 | 1.825 | 62.6177 | |
| 4 | 1.765 | 1.452 | 54.442 | 52.0802 |
| | 1.645 | 1.268 | 49.411 | |
| | 1.651 | 1.452 | 52.3877 | |
| 5 | 0.176 | 0.138 | 5.32294 | 8.06253 |
| | 0.568 | 0.068 | 11.2955 | |
| | 0.292 | 0.148 | 7.56916 | |

Berdasarkan tabel 4.1 diatas memuat data nilai absorbansi pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm sehingga dapat dihitung nilai untuk kadar klorofil pada daun teh. Perubahan kadar klorofil tersebut dapat terjadi dikarenakan nilai absorbansi panjang gelombang 663 nm dan 645 nm yang semakin menurun. Perubahan kadar klorofil tersebut dapat terjadi dikarenakan semakin layu daun teh yang diuji.

### 4.1.2 Hasil Pengujian Kadar Kelayuan

Pengujian persentase kelayuan dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 gr daun teh tiap sampel, kemudian diukur berat daun teh dengan neraca digital. Data presentase kelayuan daun teh didapatkan dari perbandingan selisih berat daun teh terhadap berat awal dikali 100%. Pengambilan data

kelayuan daun teh dengan menggunakan neraca digital. Untuk analisis lebih lanjut dapat dilihat tabel 4.2

*Tabel 4.2 Data nilai kelayuan daun teh*

| Data Hari ke | Sampel | Berat Daun (gr) | % Kelayuan | Rata-rata Persen Kelayuan (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 100 | 0 | 0 |
| | 2 | 100 | 0 | |
| | 3 | 100 | 0 | |
| 2 | 1 | 90.45 | 9.55 | 8.33 |
| | 2 | 92.67 | 7.33 | |
| | 3 | 91.88 | 8.12 | |
| 3 | 1 | 82.62 | 17.38 | 17.26 |
| | 2 | 86.04 | 13.96 | |
| | 3 | 79.56 | 20.44 | |
| 4 | 1 | 62.51 | 37.49 | 32.51 |
| | 2 | 74.12 | 25.88 | |
| | 3 | 65.84 | 34.16 | |
| 5 | 1 | 36.72 | 63.28 | 53.59 |
| | 2 | 55.08 | 44.92 | |
| | 3 | 47.43 | 52.57 | |

Berdsarkan tabel 4.2 diatas memuat data nilai berat daun teh sehingga dapat dihitung nilai untuk persen kelayuan pada daun teh. Perubahan kelayuan tersebut dapat terjadi dikarenakan nilai berat dalam hal ini semakin menurun.

### 4.1.3 Hasil Citra Spekel Daun Teh

Hasil perolehan data citra spekel daun teh secara eksperimental dengan menggunakan laser He-Ne adalah sebagai berikut:

Citra yang diperoleh kemudian diolah dengan metode numerik yakni THSP (Time History Speckle Pattern) untuk didapatkan nilai mean, standar deviasi, inertia moment dan Average Value of Difference. Perbandingan visual bekerja dengan baik dengan aktivitas yang berbeda, tetapi ini tidak

demikian halnya ketika kita memiliki level yang lebih dekat daripada yang ada di contoh, oleh karena itu perlu hasil numerik. Konstruksi dari THSP melalui kumpulan M poin yang dipilih secara acak pada gambar pertama dan dengan titik yang sama dipantau dalam waktu. Adapun nilai hasil pengolahan citra dapat dilihat pada tabel 4.3

*Tabel 4.3 Data Hasil Pengolahan Citra kontras spekel*

| Data Hari ke | Sampel | Mean Citra | Standar Deviasi | Kontras | Rata-rata Kontras | IM | Rata-Rata IM | AVD | Rata-Rata AVD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 5.1029 | 2.3833 | 0.467 | 0.4317 | 3.2399 | 3.5602 | 1.5127 | 1.5737 |
| | 2 | 5.3044 | 2.0951 | 0.3949 | | 4.4038 | | 1.651 | |
| | 3 | 5.8705 | 2.5425 | 0.433 | | 3.0371 | | 1.5574 | |
| 2 | 1 | 6.2651 | 2.3235 | 0.3708 | 0.3788 | 2.998 | 3.160 | 1.4965 | 1.4954 |
| | 2 | 5.6842 | 2.0674 | 0.3637 | | 3.458 | | 1.5137 | |
| | 3 | 6.1865 | 2.486 | 0.4018 | | 3.0245 | | 1.4761 | |
| 3 | 1 | 6.4554 | 1.9337 | 0.2995 | 0.2975 | 2.8615 | 2.8947 | 1.2851 | 1.2836 |
| | 2 | 6.8936 | 2.0222 | 0.2933 | | 2.968 | | 1.2746 | |
| | 3 | 6.9275 | 2.0758 | 0.2996 | | 2.8547 | | 1.2911 | |
| 4 | 1 | 7.068 | 2.0564 | 0.2909 | 0.2877 | 2.6921 | 2.6061 | 1.2692 | 1.2636 |
| | 2 | 7.145 | 2.0788 | 0.2909 | | 2.6439 | | 1.2734 | |
| | 3 | 7.348 | 2.0675 | 0.2813 | | 2.4825 | | 1.2482 | |
| 5 | 1 | 7.7262 | 1.9806 | 0.2563 | 0.2268 | 2.361 | 2.3942 | 1.2342 | 1.1278 |
| | 2 | 7.9568 | 1.6503 | 0.2074 | | 2.5768 | | 1.2396 | |
| | 3 | 7.8726 | 1.7058 | 0.2166 | | 2.245 | | 0.9096 | |

Berdasarkan tabel 4.3 memuat data mean, standar deviasi, kontras, IM dan AVD dari citra spekel. Dari data diatas dapat diketahui bahwa nilai mean, standar deviasi, kontras, IM dan AVD pada pengambilan data ke-1 sampai ke-5 cenderung mengalami penurunan seiring dengan semakin layunya daun teh. Perubahan nilai kontras dapat terjadi karena nilai kontras citra spekel didapatkan dari perbandingan antara standar deviasi dengan mean dimana nilai kedua hal tersebut dalam hal ini sama-sama turun.

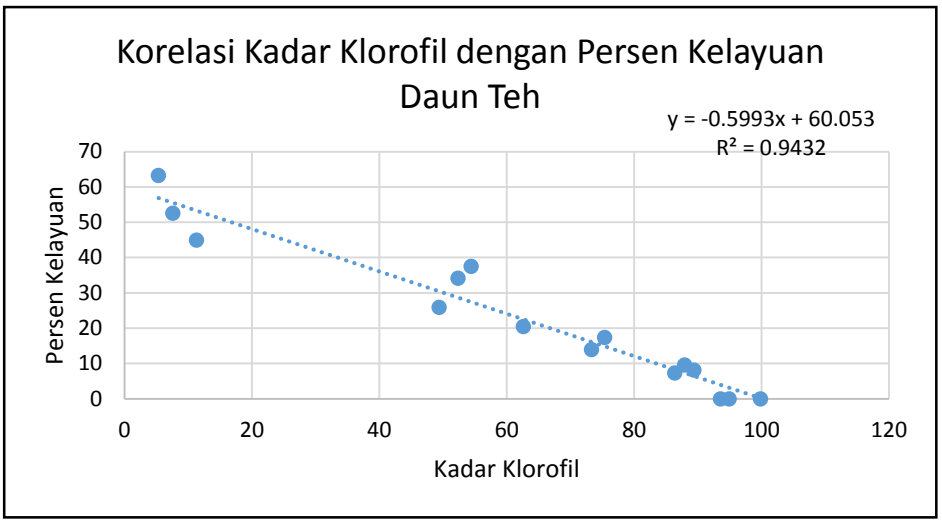
Berdasarkan tabel 4.3 tersebut dapat diketahui bahwa nilai pada masing-masing pengambilan data dari ketiga sampel menunjukkan penurunan angka. Nilai diatas menunjukkan nilai matrik dari spekel yang dihasilkan. Nilai inertia moment semakin berkurang saat semakin besar persen kelayuan yang didapat. Hal itu juga terjadi pada nilai Average Value of Difference (AVD).

## 4.2 Pembahasan

Penggunaan citra spekel dalam pengujian nilai kontras spekel untuk mengkorelasikan dengan kadar klorofil dan kelayuan daun teh pada persebaran spekel dari data yang sudah dihasilkan. Selanjutnya akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini.

### 4.2.1 Korelasi Antara Kadar Klorofil dengan Persen Kelayuan

Hasil data yang sudah didapatkan nilai rata-rata kadar klorofil dan persen kelayuan pada pengambilan data ke-1 diperoleh nilai rata-rata kadar klorofil 96.1165 dan rata-rata kelayuan 0%. Pada pengambilan data ke-2 diperoleh nilai rata-rata kadar klorofil 87.9326 dan rata-rata kelayuan 8.33 %. Pada pengambilan data ke-3 diperoleh nilai rata-rata kadar klorofil 70.43773 dan rata-rata kelayuan 17.26 %. Pada pengambilan data ke-4 diperoleh nilai rata-rata kadar klorofil 52.0802 dan rata-rata kelayuan 32.51%. Pada pengambilan data ke-5 diperoleh nilai rata-rata kadar klorofil 8.062533 dan rata-rata kelayuan 53.59 %.



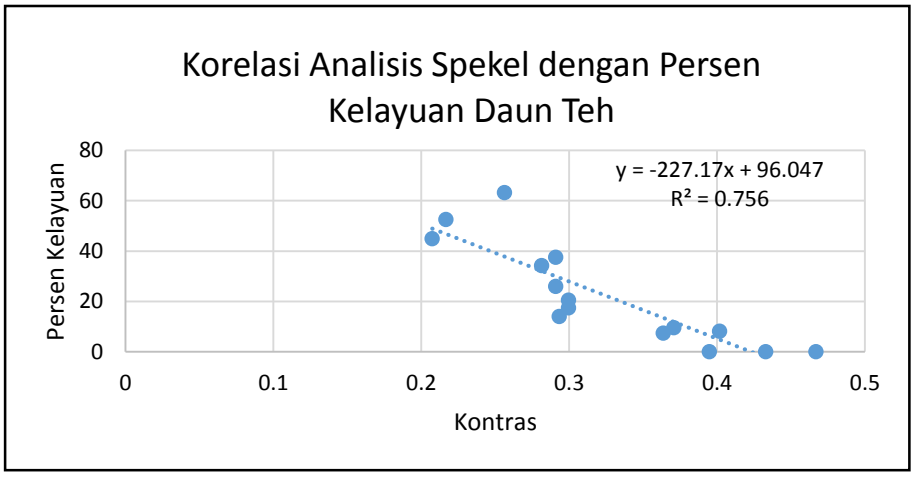

Gambar 4.1 Grafik Biospeckle Analisis Kadar Klorofil dengan Kelayuan

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1 tampak grafik korelasi nilai kadar klorofil spekel dengan kelayuan daun teh. Masing-masing sampel pada tiap pengambilan data memiliki perbedaan nilai kadar klorofil dan kelayuan. Setiap pengambilan data memiliki 3 sampel percobaan tampak nilai kadar klorofil menurun ketika nilai persen kelayuan meningkat. Pada pengambilan data ke-2 terlihat bahwa nilai kelayuan semakin meningkat dan nilai kadar klorofil semakin menurun begitupun pada pengambilan data ke-5 nilai kelayuan dan kontras lebih semakin menurun. Hal tersebut dapat terjadi akibat akibat rendahnya zat warna hijau yang terdapat pada daun layu

Berdasarkan batas kualitas dari kelayuan daun teh, maka diperoleh kadar klorofil yang harus dipenuhi untuk menentukan kualitas daun teh dengan kelayuan $\geq 50\%$ adalah 8.06 Mg/L.

### 4.2.2 Korelasi Antara Hasil Analisis Spekel dengan Kelayuan

Sampel yang digunakan dalam penelitian kali ini menggunakan pucuk daun teh hijau. Setiap pengambilan data menggunkan 3 sampel daun. Kelayuan pada pengambilan data ke-1 adalah 0%, 0%, 0%. Pada pengambila data ke-2 adalah 9.55%, 7.33%, 8.12%. Pada pengambila data ke-3 adalah 17.38%, 13.96%, 20.44%. Pada pengambila data ke-4 adalah 37.49%, 25.88%, 34.16%. Dan pengambilan data ke-5 adalah 63.28%, 44.92%, 52.57%. Berdasarkan data menunjukkan nilai kontras, IM dan AVD semakin rendah seiring dengan semakin besarnya persen kelayuan pada daun. Penyajian data lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.




Gambar 4.2 Grafik biospeckle analisis kontras dengan kelayuan

Berdasarkan grafik pada gambar 4.2, tampak grafik korelasi nilai kontras citra spekel dengan kelayuan daun teh. Masing-masing sampel pada tiap pengambilan data memiliki perbedaan nilai kelayuan dan nilai kontras spekel. Setiap pengambilan data memiliki 3 sampel percobaan tampak nilai kontras menurun saat persen kelayuan semakin meningkat. Pada pengambilan

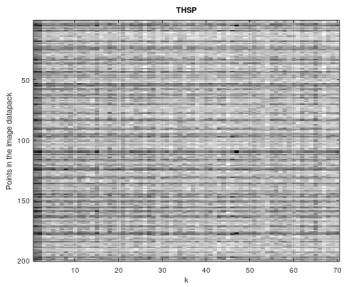
data ke-2 terlihat bahwa nilai kelayuan semakin meningkat dan nilai kontras spekel juga semakin menurun begitupun pada pengambilan data ke-5 nilai kelayuan dan kontras lebih semakin menurun. Hal tersebut dapat terjadi akibat saat pengambilan data daun teh semakin layu saat penelitian.

Pada pengambilan data ke-1 dengan rata-rata kadar kelayuan 0% didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.4644. Pada pengambilan data hari ke-2 dengan rata-rata kadar kelayuan 8.33% didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.3788. Pada pengambilan data hari ke-5 dengan rata-rata kadar kelayuan 53.59% didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.2139. nilai mean yang dihasilkan dari citra dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang ditangkap kamera yang secara langsung akan mempengaruhi nilai kontras citra yang dihasilkan. Hal tersebut menunjukkan semakin besar persen kelayuan daun teh maka nilai kontras akan cenderung turun. Kelayuan batas nilai kontras adalah sebesar 0.21, maka diperoleh nilai kontras yang harus dipenuhi untuk menentukan kualitas daun teh dengan kelayuan $\geq 50\%$ adalah 0.21

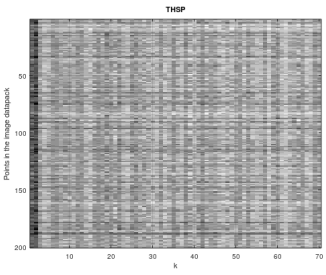
Banyaknya intensitas cahaya yang dipantulkan pada sampel mengakibatkan nilai *mean* akan semakin besar sehingga nilai kontras yang diperoleh akan bernilai kecil. Begitupun semakin sedikitnya intensitas cahaya yang dipantulkan pada sampel maka nilai *mean* juga semakin kecil sehingga kontras yang diperoleh akan bernilai besar. Intensitas citra yang diperoleh didapat dari pola hamburan cahaya pada permukaan daun teh. Daun teh yang telah mengalami perubahan struktur lapisan, warna dan kepadatan karena pengaruh persen kelayuan membuat cahaya yang dipantulkan akan semakin tersebar yang mana berdampak pada intensitas citra yang didapat. Analisis biospeckle menunjukkan korelasi yang baik dalam ketiga sampel. Ini

menunjukkan potensi yang kuat dari teknik ini untuk memprediksi informasi tentang niali kontras terbaik pada tingkat kelayuan tertentu dalam daun teh.

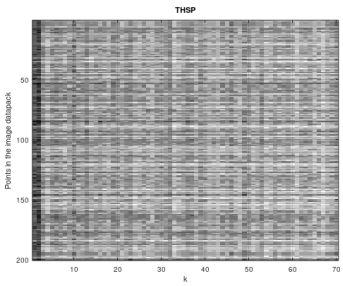
Nilai numerik tunggal dikenal sebagai momen inersia diperoleh dari THSP ketika itu diubah menjadi matriks kejadian (MOC) dengan intensitas berturut-turut level, dan kemudian ke Momen Inersia (IM) (Cardoso dan Braga (2011). Analisis lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



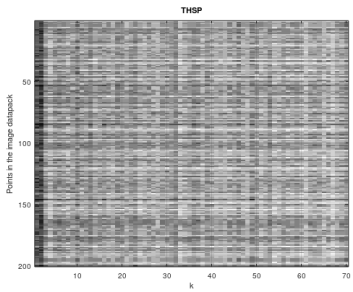

(Data ke-1 sampel 1)



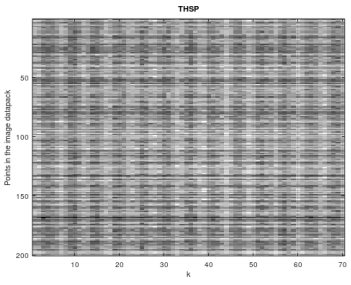

(Data ke-1 sampel 2)



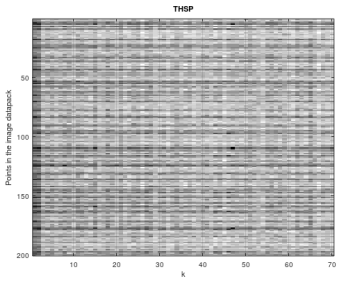

(Data ke-1 sampel 3)



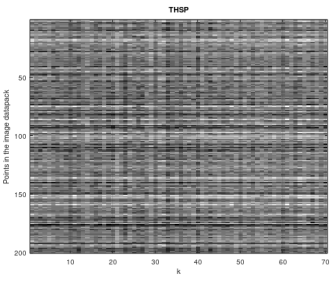

(Data ke-2 sampel 1)



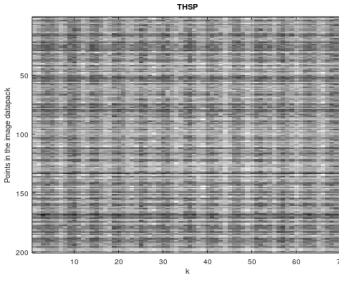

(Data ke-2 sampel 2)



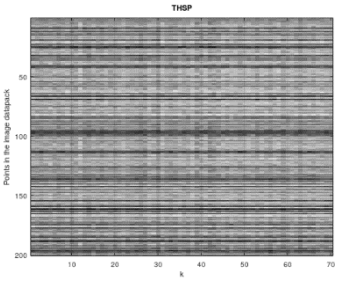

(Data ke-2 sampel 3)



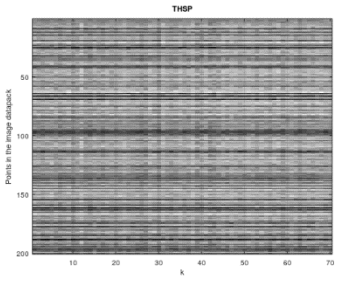

(Data ke-3 sampel 1)



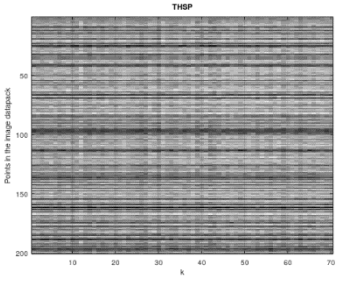

(Data ke-3 sampel 2)



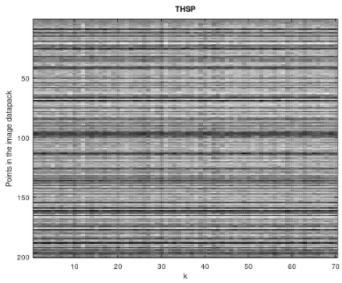

(Data ke-3 sampel 3)



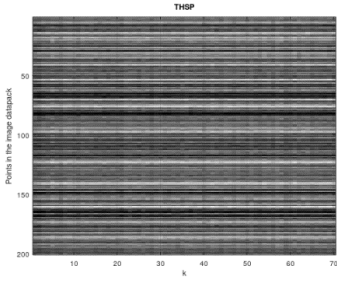

(Data ke-4 sampel 1)



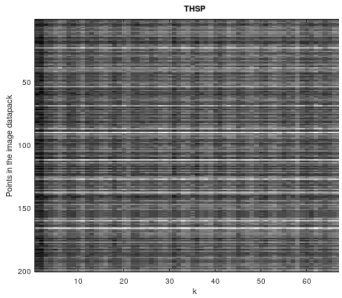

(Data ke-4 sampel 2)



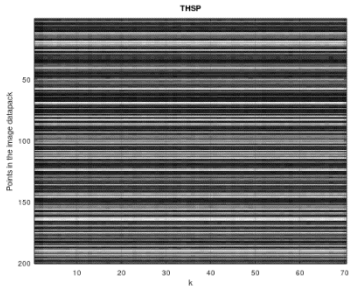

(Data ke-4 sampel 3)




(Data ke-5 sampel 1)




(Data ke-5 sampel 2)

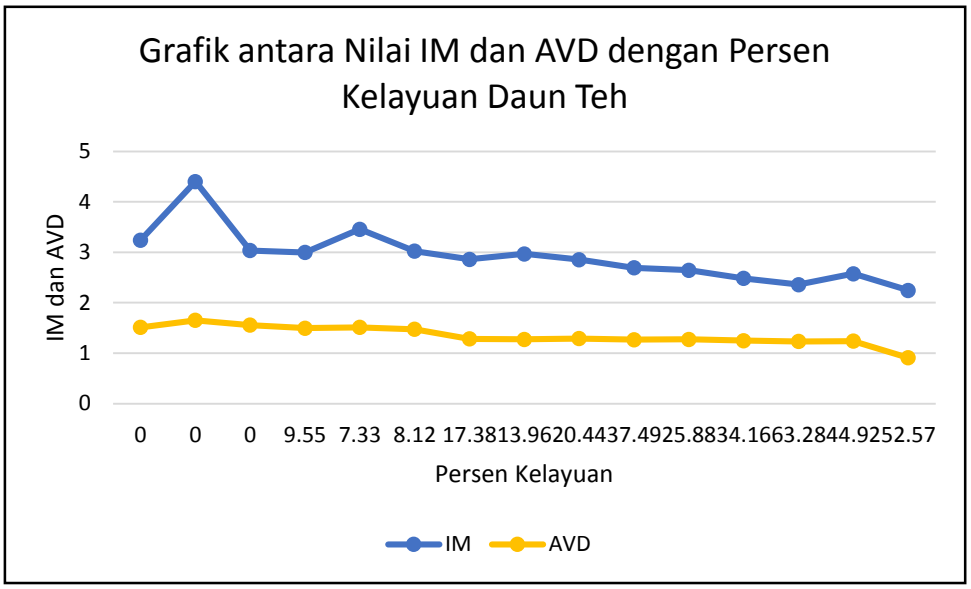



(Data ke-5 sampel 3)

Gambar 4.3 Hasil Time History Speckle Pattern (THSP)

Berdasarkan gambar 4.3 diperoleh data nilai IM dan AVD. Gambar THSP adalah dasar dari beberapa metode untuk mendapatkan hasil numerik seperti: autokorelasi. Momen Inersia (IM) dan Nilai Absolut Perbedaan (AVD) yang merupakan variasi dari momen inersia. Pola Bintik Sejarah Waktu (THSP) terbentuk dari kumpulan titik spekel yang berada sepanjang diagonal utama. Garis tengah, diputar dan dialokasikan berdampingan membentuk THSP dengan kolom yang mewakili sejarah piksel sepanjang waktu.

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat matriks co-occurrence dari THSP yang disajikan yaitu daun teh dengan aktivitas tinggi adalah pada pengambilan data ke-1 karena mengamati bahwa titik-titik itu menyebar sepanjang diagonal utama dengan dispersi yang lebih tinggi, tetapi berbeda dengan gambar thsp pada pengambilan data ke-3 yang titik-titik sejajar dengan diagonal utama yakni dengan aktivitas rendah. Opsi grafis untuk mengevaluasi tingkat aktivitas sampel dengan hasil numerik seperti momen inersia atau AVD relevan dengan analisis statistik dan perbandingan antara tahapan yang berdekatan.




Gambar 4.4 Grafik antara nilai IM dan AVD dengan Persen kelayuan

Berdasarkan gambar 4.4 Pada pengambilan data ke-1 diperoleh nilai IM dan AVD tertinggi yaitu pada sampel 1 3.2399 dan 1.5127, pada sampel 2 4.4038 dan 1.651, pada sampel 3 3.0371 dan 1.5574. berbeda dengan pengambilan data ke-5 yaNg memperoleh nilai IM dan AVD terendah yaitu pada sampel 1 2.361dan 1.2342, pada sampel 2 2.5768dan 1.2396, pada sampel 3 2.245dan 0.9096. Hal ini menunjukkan bahwa nilai IM dan AVD akan semakin rendah seiring dengan rendahnya aktivitas biologis dari sampel.

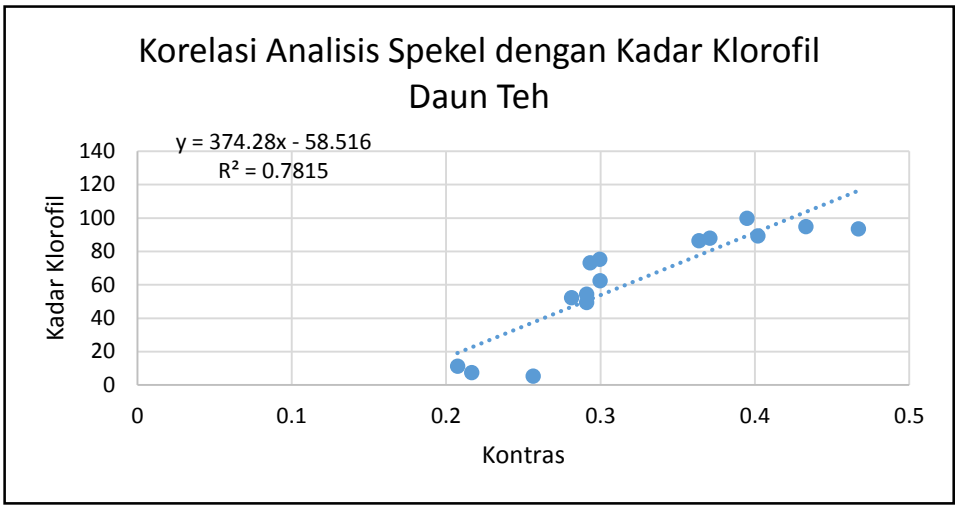
Pada grafik pada gambar 4.4 tampak nilai IM dan AVD. Pada pengambilan data ke-1 pada ketiga sampel menunjukan angka tertinggi. Pada pengambilan data ke-2 nilai IM dan AVD semakin menurun dibandingkan pada data ke-1. Pada pengambilan data ke-5 nilai IM dan AVD menunjukkan nilai terendah. Hal tersebut dikarenakan nilai persen kelayuan daun teh semkain meningkat sehingga didapatkan nilai momen inersia dan average value of difference yang semakin rendah.

Menurut Isis Celena Amaral dkk, Tahun 2013. Dalam penelitannya untuk menentukan biologis fenomena yang terkait dengan penuaan daging sapi didapatkan hasil IM dan terutama dengan AVD menunjukkan korelasi yang tinggi dengan beberapa sifat fisikokimia parameter daging. Nilai momen inersia dan avd yang menurun saat dikorelasikan dengan lamanya waktu pengambilan data dan didapatkan perubahan parameter warna.

Pada penelitian ini hasil menunjukkan korelasi signifikan dari laser biospeckle antara nilai kontras, IM dan AVD dengan perubahan persen kelayuan pada daun teh. Hasil dari analisis biospeckle berkorelasi dengan perubahan kelayuan daun teh. Nilai kontras, IM dan AVD akan cenderung semakin menurun seiring semakin besarnya persen kelayuan pada daun teh.

### 4.2.3. Korelasi Antara Hasil Analasis Spekel dengan Kadar Klorofil

Sampel yang digunakan dalam penelitian kali ini menggunakan pucuk daun teh hijau. Setiap pengambilan data menggunkan 3 sampel daun. Kadar klorofil pada pengambilan data ke-1 adalah 93,55, 99.85, 94.93. Pada pengambila data ke-2 adalah 87.9604, 86.4154, 89.422. Pada pengambila data ke-3 adalah 75.36599, 73.32948, 62.61767. Pada pengambila data ke-4 adalah 54.442, 49.411, 52.3877 Dan pengambilan data ke-5 adalah 5.32294, 11.29548, 7.56916. Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan nilai kontras semakin rendah seiring dengan smakin layu sampel saat pengambilan data. begitu pula nilai kadar klorofil yang terkandung dalam daun teh juga semakin rendah. Analisis biospeckle menunjukkan korelasi yang baik dalam ketiga sampel. Penyajian data lebih lanjut pada Gambar 4.5



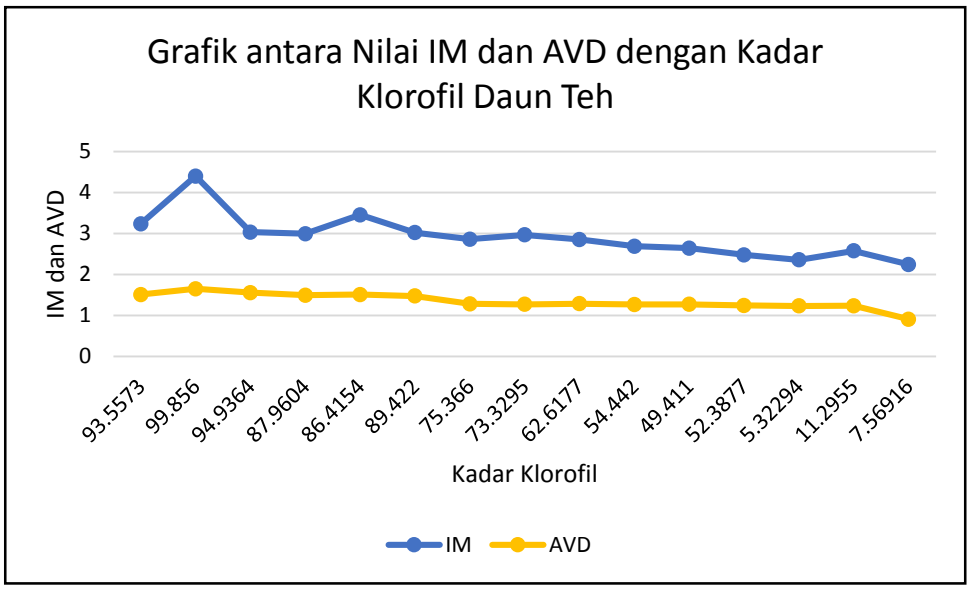

Gambar 4.5 Grafik biospeckle analisis kontras dengan kadar klorofil

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5, tampak grafik korelasi nilai kontras citra spekel dengan kadar klorofil daun teh. Masing-masing sampel pada tiap pengambilan data memiliki perbedaan nilai kadar klorofil dan nilai kontras spekel. Setiap pengambilan data memiliki 3 sampel percobaan tampak kadar klorofil menurun saat kontras spekel menurun. Pada pengambilan data ke-2 terlihat bahwa nilai kadar klorofil dan nilai kontras spekel semakin menurun begitupun pada pengambilan data ke-5 nilai kadar klorofil dan kontras lebih semakin menurun dibandingankan dengan pengambilan data pada sebelumnya. Hal tersebut dapat terjadi akibat kadar klorofil pada daun teh semakin berkurang.

Berdasarkan batas kualitas dari kelayuan daun teh, maka diperoleh kadar klorofil kurang dari 0.2 Mg/L dan kontras kurang dari 0.21. Pada gambar 4.5 di hari pengambilan data ke-1 dengan rata-rata kadar klorofil 96.1165 didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.4644. Pada pengambilan data hari ke-2 dengan rata-rata kadar klorofil 87.9326 didapatkan nilai rata- rata kontras

sebesar 0.3788. Pada pengambilan data hari ke-3 dengan rata-rata kadar klorofil 70.43 didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.2975. Pada pengambilan data hari ke-4 dengan rata-rata kadar klorofil 52.0802 didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.2877. Pada pengambilan data hari ke-5 dengan rata-rata kadar klorofil 8.0625 didapatkan nilai rata- rata kontras sebesar 0.2268. Hal tersebut menunjukkan semakin sedikit kadar klorofil yang terkandung maka nilai kontras juga semakin turun. Banyaknya intensitas cahaya yang dipantulkan pada sampel maka nilai *mean* akan semakin besar sehingga nilai kontras yang diperoleh akan bernilai kecil. Begitupun semakin sedikitnya intensitas cahaya yang dipantulkan pada sampel maka nilai *mean* juga semakin kecil sehingga kontras yang diperoleh akan bernilai besar. Intensitas citra yang diperoleh didapat dari pola hamburan cahaya pada permukaan daun teh. Daun teh yang telah mengalami perubahan struktur lapisan, warna dan kepadatan karena pengaruh kadar klorofil membuat cahaya yang dipantulkan akan semakin tersebar yang mana berdampak pada intensitas citra yang didapat.

Pada Gambar 4.3, dapat dilihat dari gambar hasil metode numerik THSP yang disajikan yaitu daun teh dengan aktivitas tinggi adalah pada pengambilan data ke-1 karena mengamati bahwa titik-titik itu menyebar sepanjang diagonal utama dengan dispersi yang lebih tinggi, tetapi berbeda dengan gambar thsp pada pengambilan data ke-3 yang titik-titik sejajar dengan diagonal utama yakni dengan aktivitas rendah. Grafis untuk mengevaluasi tingkat aktivitas sampel dengan hasil numerik seperti momen inersia atau AVD relevan dengan analisis statistik dan perbandingan antara tahapan yang berdekatan. Analisis lebih lanjut dapat dilihat Gambar 4.6




Gambar 4.6 Grafik antara Nilai IM dan AVD dengan Kadar Klorofil

Berdasarkan grafik pada gambar 4.6 tampak nilai IM dan AVD. Pada pengambilan data ke-1 pada ketiga sampel menunjukan angka tertinggi. Pada pengambilan data ke-2 dan ke-3 semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan nilai kadar klorofil yang semakin rendah sehingga nilai inertia moment dan average value of difference juga semakin menurun.

Pada pengambilan data ke-1 diperoleh nilai IM dan AVD tertinggi yaitu pada sampel 1 3.2399 dan 1.5127, pada sampel 2 4.4038 dan 1.651, pada sampel 3 3.0371 dan 1.5574. berbeda dengan pengambilan data ke-5 yag memperoleh nilai IM dan AVD terendah yaitu pada sampel 1 2.361dan 1.2342, pada sampel 2 2.5768dan 1.2396, pada sampel 3 2.245dan 0.9096. Hal ini menunjukkan bahwa nilai IM dan AVD akan semakin rendah seiring dengan rendahnya aktivitas biologis dari sampel.

Menurut Isis Celena Amaral dkk Tahun 2013 laser biospekel dianggap ideal untuk analisis jaringan. Karena itu, korelasi laser biospeckle dengan

waktu penuaan dan parameter warna relevan yang membuat laser biospeckle teknik potensial untuk memprediksi kualitas, khususnya warna dan kelembutan. Dalam penelitannya untuk menentukan biologis fenomena yang terkait dengan penuaan daging sapi didapatkan hasil nilai rata- rata atau mean yang bernilai besar saat dikorelasikan dengan lamanya waktu pengambilan data sehingga diperoleh nilai kontras yang semakin menurun dan perubahan parameter warna.

Hal ini menunjukkan potensi yang kuat dari teknik ini untuk memprediksi informasi tentang kandungan klorofil dalam daun teh, tanpa harus mengekstraksi daunnya terlebih dahulu untuk diukur kadar klorofilnya**.** Hasil menunjukkan korelasi signifikan dari laser biospeckle antara nilai kontras, IM dan AVD dengan perubahan kadar klorofil yang tekandung dalam daun teh. Analisis spekel dengan kadar klorofil menunjukkan hasil yang sebanding ini berarti nilai kontras, IM dan AVD cenderung semkain menurun seiring dengan menurunnya nilai kadar klorofil.

### 4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Tanaman *Camellia sinensis* atau biasa disebut dengan teh adalah tanaman yang daun dan pucuk daunnya dapat digunakan untuk membuat minuman teh. Minuman dari bahan teh ini secara global ini sering dikonsumsi di berbagai lapisan masyarakat di berbagai negara. Allah SWT telah menjelaskan dalam Al-Qur'an dalam surat Al-An'am ayat 99.

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىۡءٍ فَأَخۡرَجۡنَا مِنۡهُ خَضِرٗا نُّخۡرِجُ مِنۡهُ

حَبّٗا مُّتَرَاكِبٗا وَمِنَ ٱلنَّخۡلِ مِن طَلۡعِهَا قِنۡوَانٞ دَانِيَةٞ وَجَنَّٰتٖ مِّنۡ أَعۡنَابٖ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلرُّمَّانَ

مُشۡتَبِهًا وَغَيۡرَ مُتَشَٰبِهٍۗ ٱنظُرُوٓاْ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثۡمَرَ وَيَنۡعِهِۦٓۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمۡ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يُؤۡمِنُونَ ٩٩

*"Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai dan kebun-kebun anggur dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sungguh, pada demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman".* (QS. Al-An'am [6]:99).

Menurut Muhammad Quraish Shihab (2001) dalam tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa Dialah (Allah) yang menurunkan air hujan dari kumpalan awan sehingga tumbuh berbagai macam tanaman. Tumbuhan yang bermacam-macam itu terbentuk dari proses fotosintesis. Dimana cahaya matahari dan klorofil yang biasanya terdapat pada struktur tumbuhan yang berwarna hijau terutama pada daun. Pigmen warna hijau merupakan salah satu bagian dari tumbuhan. Didalam pigmen warna hijau terdapat zat hijau daun atau biasa dikenal dengan sebutan klorofil yang terdapat pada salah satu sel tumbuhan kloroplas. Proses fotosintesis hanya terdapat pada tumbuh-tumbuhan. Klorofil digunakan tumbuhan sebagai perantara yang dapat menyimpan daya matahari, yang kemudian diserahkan kepada makhluk hidup khususnya manusia dan hewan dalam bentuk bahan makanan organik yang dibentuknya. Kemajuan ilmu pengetahuan telah dapat membuktikan keesaan Allah. Zat hemoglobin yang diperlukan untuk pernapasan manusia dan sejumlah besar jenis hewan, berkaitan erat sekali dengan zat hijau daun. Dalam Al-Qur'an juga telah dijelaskan oleh Allah SWT pada surah Al-Hajj ayat 63.

Firman Allah SWT

أَلَمۡ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَتُصۡبِحُ ٱلۡأَرۡضُ مُخۡضَرَّةًۚ إِنَّ ٱللَّهَ لَطِيفٌ خَبِيرٞ ٦٣

*"Tidakkah engkau memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air (hujan) dari langit, sehingga bumi menjadi hijau? ... Sungguh, Allah Maha halus kasih sayang-Nya dengan menyediakan oksigen dan protein nabati yang diperlukan seluruh makhluk hidup, Maha Mengetahui segala sesuatu, termasuk yang paling dibutuhkan mereka".*

Menurut kaitan tafsir ibnu katsir (2011) diturunkannya air hujan oleh Allah SWT dari awan hingga turun ke bumi agar bumi menjadi hijau penuh akan tumbuh-tumbuhan, yang sebelumnya bumi gersang dan kering. Allah sudah menyediakan apa yang hambanya perlukan secara rinci agar mendatangkan faedah di dalamnya yang telah dijelaskan bahwa apa yang telah diungkap Al-Qur'an merupakan salah satu isyarat ilmiah dimana klorofil merupakan komponen tumbuhan yang sangat penting. Asimilasi dari karbon dioksida, air dan sinar matahari menghasilkan sejumlah molekul organik dalam sel tumbuhan, salah satunya adalah karbohidrat.

Allah SWT juga sudah menjelaskan tentang cahaya dan faedahnya untuk keberlangsungan makhluk hidup dan kebutuhan makhluk hidup. Penciptaan cahaya oleh Allah SWT adalah untuk menunjang aktivitas makhluk hidup. Dalam Al-Qur'an Allah sudah menjelaskan dalam QS. An-Nur ayat 35

Firman Allah SWT:

ٱللَّهُ نُورُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِۚ مَثَلُ نُورِهِۦ كَمِشۡكَوٰةٖ فِيهَا مِصۡبَاحٌۖ ٱلۡمِصۡبَاحُ فِي زُجَاجَةٍۖ ٱلزُّجَاجَةُ

كَأَنَّهَا كَوۡكَبٞ دُرِّيّٞ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٖ مُّبَٰرَكَةٖ زَيۡتُونَةٖ لَّا شَرۡقِيَّةٖ وَلَا غَرۡبِيَّةٖ يَكَادُ زَيۡتُهَا يُضِيٓءُ وَلَوۡ

لَمۡ تَمۡسَسۡهُ نَارٞۚ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٖۚ يَهۡدِي ٱللَّهُ لِنُورِهِۦ مَن يَشَآءُۚ وَيَضۡرِبُ ٱللَّهُ ٱلۡأَمۡثَٰلَ لِلنَّاسِۗ وَٱللَّهُ بِكُلِّ

شَيۡءٍ عَلِيمُۢ ٣٥

*"Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu (Q.S An-Nur: 35).*

Menurut Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an (2016), menjelaskan bahwa Pada lafadh كَمِشۡكَوٰةٖ فِيهَا مِصۡبَاحٌۖ (seperti lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar) lafadh ini tampaknya merupakan gambaran sekilas anatomi sumber cahaya laser bahwa di dalam laser merupakan tempat terjadinya pencampuran gas helium-neon, sumber cahaya laser berasal dari reaksi ini. Pada lafadh ٱلۡمِصۡبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ (Pelita itu di dalam tabung kaca [dan] tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan). Pelita atau *al-misbah* berada dalam kaca, tampaknya yang disebut kaca merupakan bagian dalam struktur laser yang menyebarkan panas sebagai hasil dari campuran gas helium dan neon dalam kaca pada tekanan rendah sehingga laser tampak memancarkan cahayanya. Hal ini seperti fungsi kaca yang melingkupi pelita, ia menyebarkan atau meratakan panas atau cahaya sehingga tampak berkilauan seperti mutiara. Lafadh نُّورٌ عَلَىٰ نُورٖۚ (Cahaya diatas cahaya [berlapis-lapis] dari lafad ini dapat dipahami bahwa cahaya yang dipancarkan oleh laser merupakan spektrum elektromagnetik atau spectrum cahaya yang berlapis-lapis sesuai panjang gelombangnya yakni meliputi cahaya tampak dan cahaya infrared. Pada lafadh يَهۡدِي ٱللَّهُ لِنُورِهِۦ مَن يَشَآءُۚ (Allah memberi

petunjuk kepada cahaya-Nya bagi orang yang Dia kehendaki) kalimat "membimbing" yang dikehendaki memiliki arti luas. Dilihat dari tafsir fisika, dari kalimat itu dapat dipahami bahwa Allah membimbing siapa yang dikehendaki-Nya untuk bisa memanfaatkan cahaya-Nya. Diketahui bahwa gelombang elektromagnetik yang merupakan cahaya Allah itu telah dimanfaatkan oleh manusia untuk meningkatkan peradabannya. Pencapaian ini merupakan rahmat dan karunia Allah.

Berdasarkan ayat Al-Qur'an beserta tafsir yang telah dijelaskan, terdapat hubungan antara surah Al-An'am ayat 99 dan Al-Hajj ayat 63. Pada kedua ayat tersebut Allah SWT menunjukkan tanda kebesaran dan kekuasaannya dengan menumbuhkan tanaman yang hijau yang didalamnya terdapat kandungan klorofil agar dapat dimanfaatkan bagi makhluk hidup yang lainnya terutama manusia. Selain itu Allah SWT juga menunjukkan tanda kekuasaannya dalam surah An-Nur ayat 35 yang menggambarkan ide tentang salah satu jenis sinar istimewa yakni konsep laser. Dengan menciptakan cahaya, Allah SWT membimbing siapa yang dikehendakinya untuk bisa memanfaatkan cahaya-Nya.

Setiap orang islam yang bertakwa dan diberi kelebihan akal oleh Allah SWT seharusnya dapat memanfaatkan teknologi yang digunakan dalam pengecekan kadar klorofil pada tingkat kelayuan yang berbeda yakni dengan memanfaaatkan cahaya laser menggunakan metode Dynamics *Laser Speckle Imaging* yang merupakan hasil dari peristiwa difraksi. Pemanfaatan sinar laser pada penelitian ini adalah sebagai proses pencitraan dari peristiwa interferensi cahaya yang mengenai permukaan objek yakni dengan melakukan percobaan hamburan cahaya koheren melalui pendekatan *forward scattering* dengan variasi konsentrasi partikel. Sehingga penggunaan sinar laser terhadap daun teh adalah untuk

menciptakan interferensi hamburan cahaya koheren dari permukaan daun teh. Sinar berkoherensi tinggi seperti laser dapat mengenai titik sebuah objek akan berinterferensi dengan cahaya terhambur pada bagian titik-titik lain permukaan objek. Pada daun teh yang disinari laser He-Ne maka hamburan dari sinar laser akan mempunyai distribusi intensitas yang relative acak. Perbedaan intensitas disebabkan oleh perbedaan struktur permukaan daun teh.

Pada peristiwa difraksi, cahaya yang berwarna putih akan diuraikan sesuai dengan panjang gelombangnya. Berdasarakan prinsip Huygens, masing-masing cahaya tersebut akan menjadi sumber cahaya baru. Proses pembentukan sumber cahaya baru dari sumber cahaya sebelumnya tersebut yang dimaksud dengan "cahaya diatas cahaya" partikel foton dalam spectrum elektromagnetik yang ditempatkan dalam sebuah lubang yang tak tembus yang didalamnya terdapat sumber cahaya di dalam kaca, menyebabkan cahaya tersebut terarah sehingga memiliki manfaat yang luar biasa seperti cahaya pada laser. Penjelasan ini sesuai dengan apa yang digambarkan oleh Al-Qur'an tentang konsep cahaya pada ayat diatas. Sungguh Maha benar Allah SWT dengan segala firmannya.

# BAB V

# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan mengenai kajian *Dinamics Laser Speckle Imaging* (DLSI) untuk mengukur kada klorofil dan kelayuan pada daun teh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Korelasi antara kadar klorofil dengan kelayuan daun teh adalah Semakin besar persen kelayuan maka kadar klorofil akan semakin kecil akibat rendahnya zat warna hijau yang terdapat pada daun layu. Diperoleh nilai $R^2$=0.9432.
2. Korelasi antara kelayuan pada daun teh dengan analisis spekel citra menggunakan dynamics laser speckle imaging adalah semakin besar persen kelayuan daun teh maka semakin besar nilai *mean* sehingga nilai kontras, IM dan AVD akan cenderung turun. Begitu pula sebaliknya semakin kecil persen kelayuan daun teh maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras, Inertia Moment dan AVD akan semakin besar. Diperoleh nilai $R^2$=0.7561.
3. Korelasi antara kadar klorofil pada daun teh dengan pola kontras citra spekel menggunakan dynamics laser speckle imaging adalah. Semakin kecil kadar klorofil maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras, IM dan AVD akan semakin kecil. Begitu pula sebaliknya semakin besar kadar klorofil maka nilai *mean* semakin kecil sehingga kontras, IM dan AVD akan bernilai besar. Diperoleh nilai $R^2$=0.7815.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka penulis memberikan saran:

1. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variabel-variabel lain yang dapat dikorelasikan dengan pola citra spekel daun teh.
2. Diharapkan penelitian selanjutnya pada pengambilan data dapat dilakukan lebih banyak sehingga korelasi yang didapatkan lebih optimal.

# DAFTAR PUSTAKA


Amaral, Isis Celena, dkk. 2013. *Application of biospeckle laser technique for determining biological phenomena related to beef aging*. Departamento de Engenharia (DEG), Universidade Federal de Lavras (UFLA),

Basri Feri Helmi, Harmadi H dan Marzuki M. 2017. *Analisis Intensitas Citra Tetesan Air dengan Metode Laser Speckle Imaging*. Jurnal Fisika UNAND.Vol,6. No,4.

Briers D, Duncan D, Kirkpatrick S, Larsson M, Stromberg T, dan Thompson O. (2013). *Laser speckle contrast imaging : theoretical and practica limitations*. Biomedical Optics Journal. 18(6):1–9.

Csala, Mark. 2004. *Fundamental Of Light Source AND Later.* A John Wiley and & Jean.Inc.

Dental Plaque Biofilm. *Jurnal Fisika Aplikasi (JFA)*, Vol.8, No. 1, hal. 1 – 6.

Erlangga, A.R. 2014. *Analisis Kontras Spekel Pada Oli Mesran SAE 20W-50 Terhadap Perubahan Kekentalan Dengan Variasi Temperatur Menggunakan LSI*. *Skripsi*, FMIPA, Unand, Padang.

Effendi M, Fitriyah Fitriyah dan Usman Effendi. 2017. *Identifikasi Jenis dan Mutu Teh Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan.* Vol 11, No 2.

Fitri, K dan Harmadi,H. 2017.*Analisis Kontras Optis Lapisan Lilin Lebah pada Buah Tomat dengan Metode Laser Speckle Imaging*. Jurnal Fisika UNAND.Vol,6. No,1.

FUJII, H.; ASAKURA, T. 1975. *Statistical properties of image speckle patterns in partially coherent light. In: Nouvelle Revue d'Optique* 6(1): 5.

Goodman, J.W. 2007. *Speckle Phenomena in Optic; Theory and Application*.Englewood, Colorado : Robert and Co.

Harmadi. 2012. *Analisis Pola Spekel Akusto-Optik untuk Pendeteksian Vibrasi Akustik pada Dental Plaque Biofilm. Jurnal Fisika dan Aplikasinya.* Vol,8. No 1.

Hermawati, Fajar Astuti. 2013. *Pengolahan Citra Digital.* Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Junior Roberto AB, Fernando Pujaico Rivera, Junio Moreira. 2016. *A Practical Guide to Biospeckle Laser Analysis Theory and Software.* UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS.

Kumala P P, Ning R, Diani A N, dan Gontjang P. 2015. *Uji Kekasaran Permukaan Bahan dengan Metode Citra Spekel dan Menggunakan Pengolahan Software ImageJ*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Purnomo, Mauridhi Henri dan Arif Muntasa. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

S.E. Skipetrov, *et al.* 2010. *Optical Society of America*, 1005.2875v1.

Sasmitaninghidayah, Wiwis. 2011. *Pengembangan Metode Penstabil Sumber Cahaya Laser He-Ne. Jurusan Fisika*. FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Shihab, M Quraish.2002. *Tafsir Al-Mishbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 579

Suarga. 2007. *FISIKA KOMPUTASI : Problema Fisika dengan MATLAB.* Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Sulistiyanti S, FX Arianto S dan Muhammad K. 2016. *Pengolahan Citra; Dasar dan Contoh Penerapannya.* Yogyakarta: Teknosain.

R. Apsari, *Sistem Fuzzy Berbasis Laser Speckle Imaging untuk Deteksi Kualitas Enamel Gigi Akibat Paparan Laser ND:YAG*, Disertasi, PPs Universitas Airlangga, Surabaya, 2009.

Ren Guangxin,Yujie Wang,Jingming Ning dan .2020. Evaluation of Dianhong black tea quality using near-infrared hyperspectral imaging technology. Journal of the Science of Food and Agliculture.

Rosniawaty, dkk. 2017. *Pemanfaatan limbah organic sebagai media tanam dan aplikasi urin ternak pada pembibitan kopi (Coffea Arabica l.)* Jurnal Kultivasi Vol.16, No.1

Royyani, MF. (17 Januari 2019). Tumbuhan dalam al-Qur'an. (Online). Tersedia:https://alif.id/read/mohammad-fathi-royyani/diakses tanggal 11 Oktober 2021.

Thanoza, Haffiz, dkk. 2016. *Pengaruh Kualitas Pucuk dan Persentase Layu Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik The CTC (Crushing Tearing Curling).* Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.

Towaha, Juniaty. 2013. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. Vol.19, No.3, hal.12-15.

Tuminah S. 2004. The [Camelia sinesis O.K. var. assamica (Mast)] sebagai Salah Satu Sumber Antioksidan. Jurnal Cermin Dunia Kedokteran 144: 52-54

R. Apsari, *Sistem Fuzzy Berbasis Laser Speckle Imaging untuk Deteksi Kualitas Enamel Gigi Akibat Paparan Laser ND: YAG*, Disertasi, PPs Universitas Airlangga, Surabaya, 2009.

RABAL, H. J.; BRAGA, R. A. 2008. Dynamic Laser Speckle and Applications. Optical Science and Engineering. CRC Press. Avaiable at:https://books.google.com.br/books?id=T4MA_XtWAwMC .

Van Steenis. 2008. *Flora, Cetakan ke-12*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Vaz, Pedro G, Anne Humeau H, Edite Figueiras, Carlos Coreia, dan Joao Cardoso. 2017. *Performance Analysis of Spatial Laser Speckle Contrast Implementations*. Journal Of BIOSTEC : 148 -153.

Woods, Richard E., Gonzales, Rafael E. 2008. *Digital Image Processing Third Edition*. Pearson Education. New Jersey.

Yakin, Khusnul. 2019. *Metode Analitik dan Numerik dengan Matlab.* Malang: Literasi Nusantara.

Zulkarnain dan Minarni Shidiq. 2018. *Investigasi Penggunaan Metode Laser Speckle Imaging (LSI) untuk Pengukuran Kadar Gula Darah*. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Riau

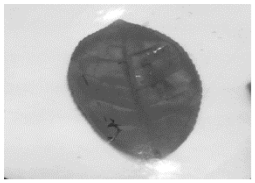
# LAMPIRAN

## LAMPIRAN 1

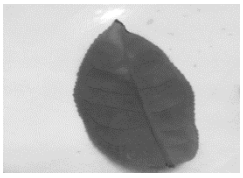
## GAMBAR PENELITIAN

# LAMPIRAN 2

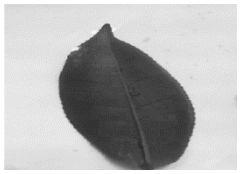
## GAMBAR HASIL CITRA DAUN TEH



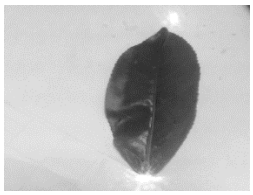
(Data ke-1 sampel 1)



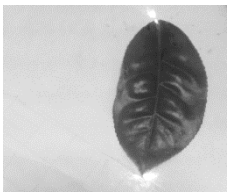
(Data ke-1 sampel 2)



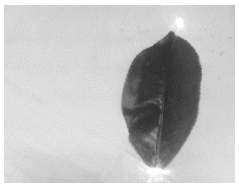
(Data ke-1 sampel 3)



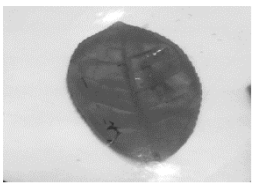
(Data ke-2 sampel 1)



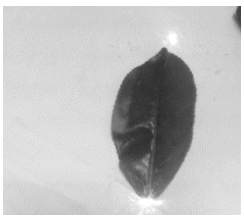
(Data ke-2 sampel 2)



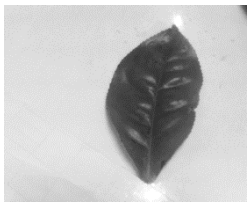
(Data ke-2 sampel 3)



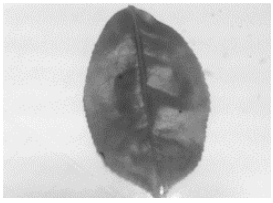
(Data ke-3 sampel 1)



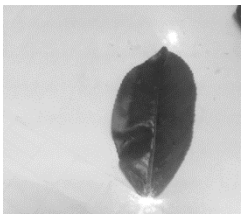
(Data ke-3 sampel 2)



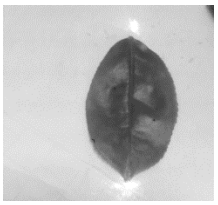
(Data ke-3 sampel 3)



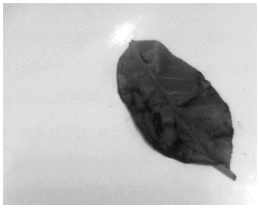
(Data ke-4 sampel 1)



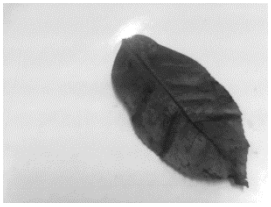
(Data ke-4 sampel 2)



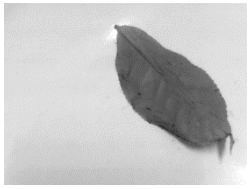
(Data ke-4 sampel 3)



(Data ke-5 sampel 1)



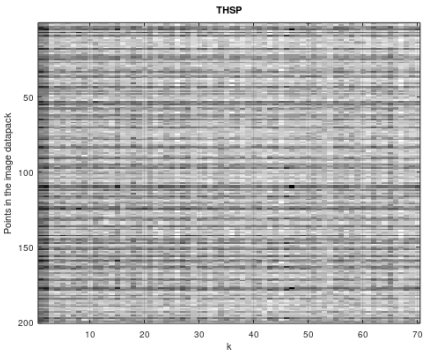
(Data ke-5 sampel 2)



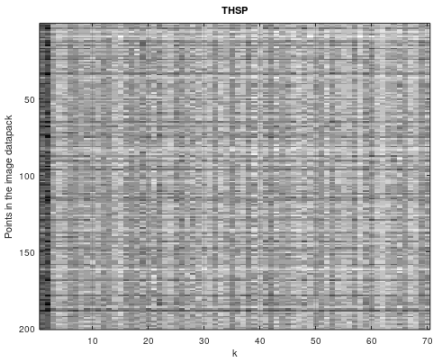
(Data ke-5 sampel 3)

# LAMPIRAN 3

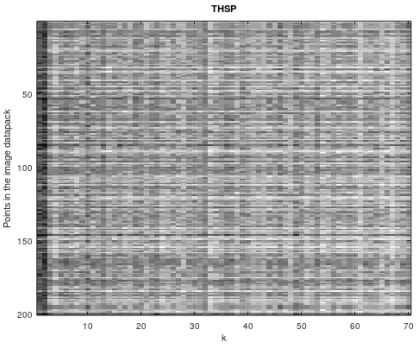
## GAMBAR HASIL THSP



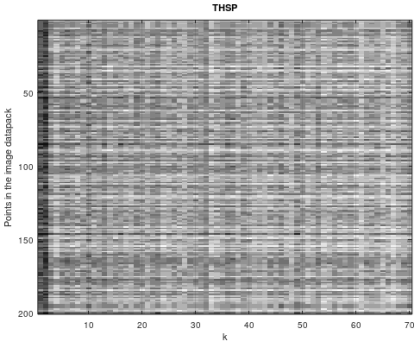

(Data ke-1 sampel 1)



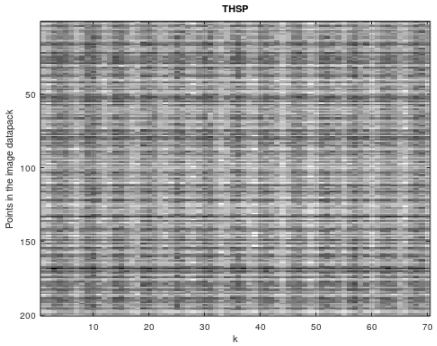

(Data ke-1 sampel 2)



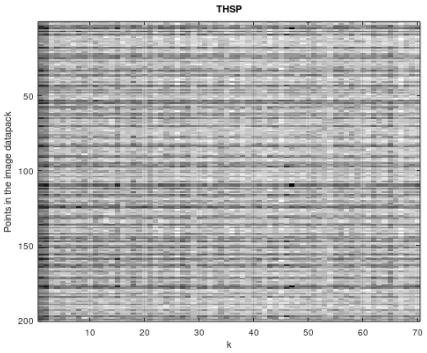

(Data ke-1 sampel 3)



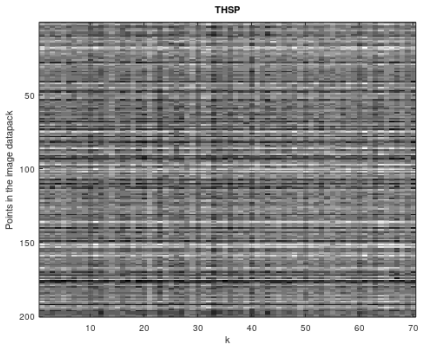

(Data ke-2 sampel 1)

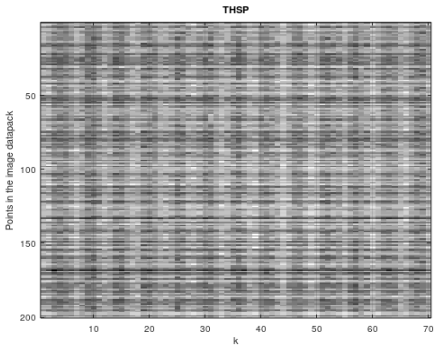



(Data ke-2 sampel 2)

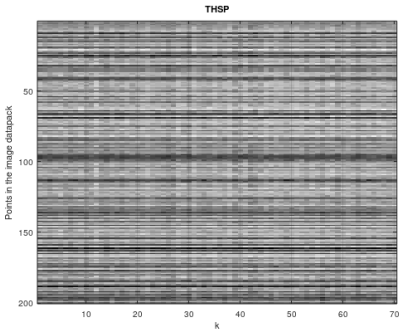



(Data ke-2 sampel 3)

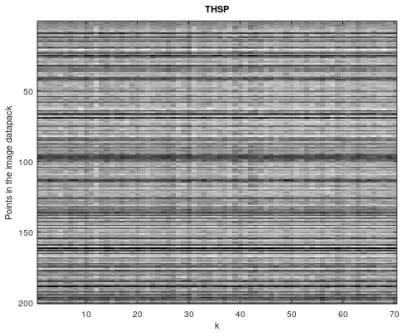


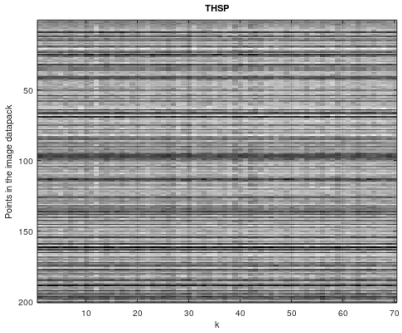
(Data ke-3 sampel 1)



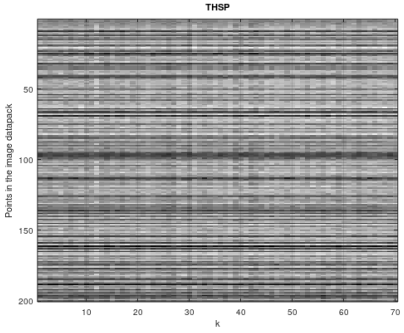

(Data ke-3 sampel 2)




(Data ke-3 sampel 3)

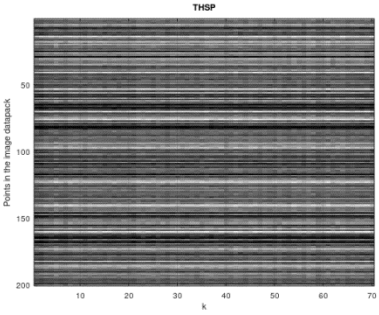



(Data ke-4 sampel 1)

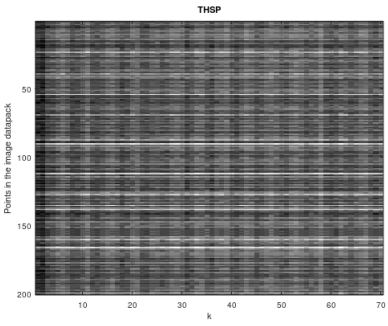



(Data ke-4 sampel 2)

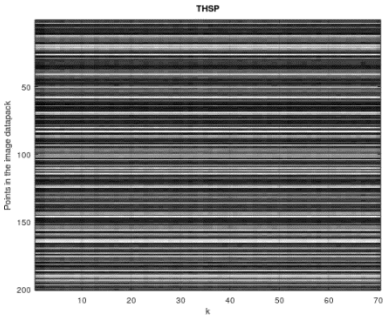
(Data ke-4 sampel 3)




(Data ke-5 sampel 1)




(Data ke-5 sampel 2)




(Data ke-5 sampel 3)

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

# JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : http://fisika.uin-malang.ac.id, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

## BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

**Nama** : Dian Rahmawati
**NIM** : 18640055
**Fakultas/Program Studi** : FISIKA
**Judul Skripsi** : Kajian dynamics Laser Speckle Imaging (LSI) Untuk mengukur kadar klorofil dan kelayuan pada daun teh
**Pembimbing 1** : Wiwis Sasmitaningtyas M.Si
**Pembimbing 2** : Irjan M.Si

- **Konsultasi Fisika**

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|---|---|---|---|
| 1. | 11 Oktober 2021 | konsultasi bab I-II dan III | |
| 2. | 22 Oktober 2021 | konsultasi bab I-II dan III ACC | |
| 3. | 26 Januari 2022 | konsultasi data hasil bab IV | |
| 4. | 8 Maret 2022 | konsultasi bab IV dan V | |
| 5 | 10 maret 2022 | revisi bab IV | |
| 6. | 17 maret 2022 | revisi bab IV | |
| 7 | 10 April 2022 | revisi Abstrak & bab V | |
| 8. | 19 Mei 2022 | revisi Abstrak, bab I-V | |
| 9. | 23 Mei 2022 | Konsultasi semua bab | |
| 10. | 25 Mei 2022 | konsultasi semua bab & ACC | |

- **Konsultasi Integrasi**

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|---|---|---|---|
| 1. | 28 Januari 2022 | konsultasi integrasi bab I-II-III | |
| 2. | 8 Maret 2022 | Konsultasi integrasi bab IV | |
| 3. | 16 maret 2022 | revisi integrasi bab IV | |
| 4. | 3 Juni 2022 | Konsultasi bab I-V integrasi | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Malang, 6 Juni 2022
Mengetahui,
Ketua Jurusan,

Dr. Imam Tazi, M.Si

Dipindai dengan CamScanner