

14:38

VoLTE 33



[jaast] Submission  
Acknowledgement

Inbox



Perdana Putera 24/01/2019

to me



Alfia Rince:

Thank you for submitting the manuscript, "PROSES PENYANGARAIAAN KOPI DAN TERBENTUKNYA AKRILAMIDA YANG BERHUBUNGAN DENGAN KESEHATAN" to Journal of Applied Agricultural Science and Technology. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <http://kinfopolitani.com/index.php/JAAST/authorDashboard/submission/82>  
Username: rincealfia

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Perdana Putera

---

[Journal of Applied Agricultural Science and Technology](#)

Reply

Reply all

Forward



99+



14:38



[jaast] Editor Decision Inbox



Yulia Chyntia Hariati 28/02/2019

to me, Irfan



Alfia Rince, Kesuma Sayuti, Novizar Nazir, Irfan Suliansyah:

We have reached a decision regarding your submission to Journal of Applied Agricultural Science and Technology, "PROSES PENYANGARAAN KOPI DAN TERBENTUKNYA AKRILAMIDA YANG BERHUBUNGAN DENGAN KESEHATAN".

Our decision is to: Accept Submission

Yulia Chyntia Hariati  
[yuliachyntiahariati@gmail.com](mailto:yuliachyntiahariati@gmail.com)

---

[Journal of Applied Agricultural Science and Technology](#)

← Reply

↶ Reply all

→ Forward



99+



## ARTIKEL REVIEW PROSES PENYANGRAIAN KOPI DAN TERBENTUKNYA AKRILAMIDA YANG BERHUBUNGAN DENGAN KESEHATAN

Rince Alfia Fadri\*<sup>1</sup>, Kesuma Sayuti<sup>2</sup>, Novizar Nazir<sup>2</sup>, Irfan Suliansyah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Andalas

\*Coessponding author  
Email : rince.alfia@gmail.com

**Abstrak.** Makalah ini berisi tinjauan komprehensif terhadap literatur tentang proses penyangraian kopi dan pembentukan akrilamida sebagai hasil sampingan proses pengolahan biji kopi diterbitkan antara tahun 2008 hingga 2018. Paparan yang berdasarkan sumber publikasi, tahun publikasi, negara asal, metodologi penelitian dan area fokus penelitian. Sebagian besar penelitian bersifat empiris dan sebagian besar studi berfokus pada proses pengolahan kopi dan efek akrilamida pada kesehatan tubuh. Temuan penting lainnya, sebagian kajian menganggap bahwa kopi mampu meningkatkan kesehatan tubuh. Ulasan ini menyajikan pemahaman yang lebih baik tentang manfaat dan bahaya kopi serta pengaruh penyangraian terhadap mutu kopi yang dihasilkan. Tinjauan ini juga menyoroti tentang alat sangrai kopi yang relatif kurang dieksplorasi. Akademisi, peneliti, dan kelompok tani dapat menggunakan hasil kajian ini sebagai pedoman dalam menyangrai kopi.

**Kata kunci :** kopi, penyangraian, akrilamida

### Abstract.

**Keywords :**

### Pendahuluan

Akrilamida merupakan salah satu zat yang dapat menyebabkan kanker pada manusia dan bersifat neurotoksik. Akrilamida dapat terbentuk akibat pemanasan pada suhu tinggi terhadap makanan yang mengandung karbohidrat dan asam amino. Biji kopi merupakan salah satu produk pangan yang mengandung karbohidrat dan asam amino yang tinggi sebagai prekursor terbentuknya akrilamida. Pembentukan akrilamida juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain yaitu suhu pemanasan, waktu pemanasan, pH dan kadar air [6]. Menurut *Swedish National Food Administration*, akrilamida banyak dijumpai pada beberapa makanan berkarbohidrat tinggi yang mengalami pemanasan dengan suhu tinggi (di atas 120 °C). Makanan seperti keripik kentang, kentang goreng, popcorn, sereal, biskuit, makanan bayi dan kopi dalam proses pembuatannya menggunakan proses pengolahan dengan suhu yang tinggi. Oleh karena itu, *Food and Drug Administration (FDA)* melarang masyarakat mengkonsumsi makanan-makanan tersebut.

Akrilamida dapat juga terbentuk dari protein, peptida, dan amina biogenik [4,5,7]. Biji kopi sebelum diolah mengandung kafein, asam klorogenik, asam *caffeic*, protein, lipid, garam mineral dan zat lainnya tergantung dari jenis kopi, cara panen, pengolahan dan juga dari kondisi iklim. Asam klorogenik dan kafein merupakan salah satu antioksidan utama dalam

kopi [4,5]. Pembuatan serbuk kopi dilakukan dengan proses penyangraian kemudian dibentuk bubuk dan apabila dilarutkan dalam air maka akan meninggalkan ampas. Kopi merupakan minuman stimulan yang didapatkan dari biji kopi yang disangrai, digolongkan sebagai minuman psikostimulant yang akan menyebabkan orang tetap terjaga, mengurangi kelelahan, dan membuat perasaan menjadi lebih tenang [3,4,76,75].

Citarasa minuman kopi secara nyata dipengaruhi oleh mutu kopi beras (*green bean*) dan kualitas penyangraiannya. Jenis dan jumlah senyawa citarasa yang terbentuk sangat tergantung pada variasi kandungan senyawa prekursor *green bean*. Penyangraian satu jenis kopi dengan jenis lainnya menghasilkan citarasa yang berbeda dan sangat khas [8,9]. Akibat proses penyangraian tersebut akan terbentuk senyawa polimer seperti melanoidin yang mempunyai antioksidan kuat [3,5]. Proses penyangraian akan mengubah bentuk fisik *green bean* dan mentransformasikan senyawa volatil kopi dengan menghasilkan hampir 1000 komponen aroma, sehingga sangat nyata bahwa dibutuhkan proses penyangraian yang tepat untuk menghasilkan kopi bercitarasa premium [4,5,7].

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi mutu *green bean* adalah varietas kopi, letak geografis, ketinggian tempat, kondisi daerah penanaman, proses fermentasi dan metode penyimpanan [9]. Pada umumnya varietas kopi yang dihasilkan dari cara pengolahan yang berbeda, akan menghasilkan komponen kimia yang berbeda pula sehingga komponen kimia yang terbentuk selama penyangraian juga akan memberikan citarasa yang khas pada masing-masing jenis. Penyangraian akan mempengaruhi tampilan warna, jumlah dan jenis senyawa volatile yang dihasilkan akibat reaksi kimia fisika yang terjadi [10]. Proses penyangraian dilakukan menggunakan suhu tinggi (160–250 °C) yang dapat menyebabkan perubahan komposisi kimia biji kopi seperti karbohidrat dan asam amino yang berperan penting dalam reaksi Maillard serta pembentukan citarasa dari kopi [8,12,15]. Reaksi Maillard menghasilkan zat berbahaya seperti akrilamida atau 5-hidroksimetil-furfural. Akrilamida merupakan zat berbahaya dan berpotensi menyebabkan kanker sekitar 2 % kasus tiap tahun di dunia. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa rata-rata asupan akrilamida melalui makanan berada pada rentang 0,3–0,8 µg/kg BB/hari. Sedangkan menurut *Office of Environmental Health Hazard Assessment* (OEAHHA) salah satu divisi *Environmental Protection Agency* (EPA) menetapkan bahwa 0,2 µg/hari akrilamida tidak bersifat kanker.

Menurut *Bagdonaite & Murkovic*, bahwa biji kopi yang dipanggang untuk waktu yang lebih lama dan suhu yang lebih tinggi memiliki lebih sedikit akrilamida dibandingkan dengan yang dipanggang pada waktu yang cepat dan suhu yang lebih rendah, hal ini disebabkan

karena perbedaan komposisi kimia dari spesies kopi. Keputusan seorang hakim di Pengadilan Tinggi Negara Bagian California, memutuskan bahwa perusahaan kopi atau kedai kopi di seluruh wilayah California wajib mencantumkan peringatan bahaya kanker pada kopi. Perusahaan pengolahan kopi dan perusahaan distributor kopi lain yang digugat oleh sebuah organisasi nirlaba, gagal menunjukkan bukti bahwa senyawa kimia yang dihasilkan saat proses penyangraian kopi tidak membahayakan. Disisi lain proses penyangraian dengan metode dan alat yang berbeda akan memberikan hasil tersendiri dalam pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Hasil sampingan dari penyangraian kopi dengan suhu tinggi dan waktu yang lama mengakibatkan terbentuknya akrilamida yang dipindai sebagai senyawa yang merusak kesehatan. Semakin tinggi suhu dan semakin lama pemanasan, semakin rendah kadar akrilamida yang terbentuk. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa akrilamida tidak terbentuk di bawah suhu 120 °C. [57].

Berdasarkan hal diatas perlu gambaran hasil artikel *review* tentang proses penyangraian kopi dan terbentuknya akrilamida yang berhubungan dengan kesehatan. Penulisan ini menggali berbagai kajian tentang aspek proses pengolahan kopi, penyangraian dan pembentukan akrilamida yang telah dipublikasikan di jurnal dan prosiding. Secara keseluruhan, 79 artikel yang telah diterbitkan antara tahun 2008 hingga 2018 dan ada juga yang hanya terdaftar di pustaka kampus sebagai karya ilmiah yang tidak dipublikasi. Kajian artikel ini dianalisis untuk membantu mengembangkan cara berfikir dengan konsep kerangka kerja penelitian kopi dan pengolahannya.

### **Proses Penyangraian Kopi**

Proses penyangraian dianggap sebagai faktor terpenting dalam pengembangan citarasa kopi yang kompleks, karena proses ini sangat berkaitan erat dengan kualitas citarasa kopi. Selama penyangraian terjadi reaksi kimiawi yang sangat kompleks sehingga terbentuk komponen kimiawi pembentuk karakter khas citarasa kopi yang muncul karena perlakuan panas [11]. Prinsip pemanasan yang dilakukan selama penyangraian menggunakan tekanan atmosfer yang dikolaborasikan dengan pengaplikasian udara panas sebagai medianya. Transfer panas selama penyangraian biasanya melibatkan transfer panas konduksi, konveksi dan radiasi. Namun konveksi merupakan transfer panas yang sangat penting dikarenakan dapat menentukan laju dan keseragaman penyangraian biji kopi. Penyangraian yang umum dilakukan secara terputus (*batch*) dan berkelanjutan (*continue*) [14].

Selama proses penyangraian, komponen kimia kopi seperti polisakarida, gula, asam amino dan asam klorogenat mengalami degradasi seiring dengan pembentukan CO<sub>2</sub>, uap air dan komponen volatil selama penyangraian. Namun hal ini menghasilkan pembentukan

karamelisasi dan kondensasi terhadap produk [15]. Mekanisme utama pembentukan akrilamida dalam makanan melalui reaksi Maillard, yaitu reaksi antara gula reduksi hasil degradasi pati (karbohidrat) (seperti glukosa dan fruktosa) dengan asam amino bebas (seperti alanin, asparagin, glutamin, dan metionin) yang terdapat secara alami dalam bahan pangan dengan pemanasan menggunakan suhu tinggi (di atas 120°C) Reaksi Maillard merupakan salah satu kunci pembentukan aroma dan citarasa kopi yang menghasilkan senyawa-senyawa volatil maupun non-volatil [12]. Akrilamida ditemukan pada beberapa makanan tertentu misalnya keripik kentang, kentang goreng, sereal roti dan kopi, yang dalam proses dan pembuatannya menggunakan suhu tinggi. Dimana dengan meningkatnya pemanasan dan bertambahnya waktu, dapat meningkatkan kadar akrilamida. [22,52,54,60].

Penyangraian kopi hingga pada saat ini masih banyak menggunakan peralatan manual ataupun yang disebut secara tradisional yaitu dengan menggunakan kualii, balango dan pengadukannya pun menggunakan tenaga manusia (tangan) dan menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran [37]. Disain paling umum untuk penyangraian menggunakan drum horizontal yang dapat berputar. Biasanya, biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa alat sangrai terjadi aliran silang dengan udara panas pada mesin sangrai [14, 38].

*Roasting* merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas dan produk pirolisis volatil lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan citarasa kopi. Kehilangan berat kering terkait erat dengan suhu penyangraian [34]. Berdasarkan suhu penyangraiannya terdapat 3 jenis, yaitu *light roast* dengan suhu antara 160-180°C, *medium roast* dengan suhu antara 180-200°C, dan *dark roast* dengan suhu 210-250°C [13]. *Light roast* menghilangkan 3-5% kadar air, *medium roast* menghilangkan 5-8% dan *dark roast* menghilangkan 8-14% kadar air [14,35]. Penyangraian sangat menentukan warna dan cita rasa produk kopi yang akan dikonsumsi, perubahan warna biji dapat dijadikan dasar untuk sistem klasifikasi sederhana. Perubahan fisik yang terjadi termasuk kehilangan densitas ketika pecah [36]. Hasil penelitian Su Jeong Lee memiliki relevansi Industri karena menunjukkan proses pemanggangan kopi baru, yang berbeda dari proses penyangraian kopi konvensional. Temuan dari studi ini menyarankan penggunaan proses menyangrai kopi terbalik untuk komersialisasi [41,53,54].

Hasil penelitian tentang penyangraian tradisional yang dilakukan oleh Arie Sudaryanto tahun 2006, menggunakan metode penyangraian dengan gerabah tanah liat berbentuk wajan. Penelitian telah dilakukan untuk menganalisa perubahan parameter sifat fisik biji kopi selama penyangraian kopi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan antara biji kopi sangrai dengan menggunakan wajan logam dan non logam/gerabah. Penyangraian dengan menggunakan jenis tungku tanah liat berbahan bakar kayu [42,53,54]. Pengadukan biji kopi pada kedua wajan dilakukan secara manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter perubahan sifat fisik biji kopi matang lebih cepat terjadi pada wajan logam. Tingkat kematangan biji kopi ditunjukkan dengan adanya perubahan warna yang semula coklat kehijauan berubah menjadi coklat kehitaman. Sedangkan dari uji kesukaan terhadap aroma dan rasa kopi bubuk, semua panelis lebih menyukai kopi bubuk hasil sangrai menggunakan wajan gerabah dibandingkan dengan wajan logam [52,43]. Beberapa kajian tentang penyangraian kopi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Suhu dan waktu penyangraian

Referensi	Jenis Kopi	Suhu (°C)	Waktu (menit)
[19]	Arabika	195	15
[27]	Robusta	195	15
[34]	Robusta	220	22
[35]	Arabika	205	20
[46]	Arabika	210	15
[60]	Robusta	200	20
[61]	Arabika	200	15

Hasil penelitian lain menyatakan metode penyangraian kopi dilakukan dengan alat *hot air roaster*. Penyangraian dilakukan dengan menimbang *green bean* sesuai perlakuan sebanyak 2 kg, kemudian derajat penyangraianya diatur sesuai perlakuan yaitu a) penyangraian ringan/*light roasting*, dilakukan dengan metode *High Temperature Short Time* hingga suhu kopi mencapai 196-205°C selama 3-5 menit yang ditandai dengan “*first cracks*” warna berubah menjadi *moderate light brown*, b) penyangraian sedang/*medium roasting*, dengan metode *High Temperature Short Time* hingga suhu kopi mencapai 210-219°C selama 6-8 menit, dihentikan setelah terdengar “*first cracks*”, terlihat pembesaran biji kopi dan warna menjadi *medium dark brown* dan c) Penyangraian berat/*dark roasting*, dilakukan metode *High Temperature Short Time* hingga suhu kopi mencapai 225-230°C selama 9-11 menit, dihentikan sesaat setelah mendengar “*second cracks*”, biji berwarna coklat gelap dan mengkilap [44].

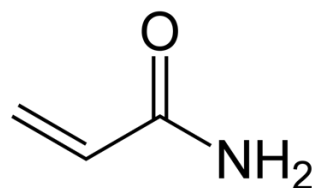
Waktu penyangraian bervariasi dari 7 sampai 30 menit tergantung pada jenis alat dan mutu kopi bubuk. Penyangraian diakhiri saat aroma dan citarasa kopi yang diinginkan telah

tercapai yang diindikasikan dari perubahan warna biji yang semula berwarna kehijauan menjadi coklat tua, coklat-kehitaman dan hitam. Derajat sangrai dilihat dari perubahan warna biji kopi yang disangrai. Proses sangrai dihentikan pada saat derajat sangrai biji kopi sudah dipenuhi melalui perbandingan warna dengan warna sampel standar. Nilai kecerahan merupakan ukuran yang dipantulkan ulang suatu benda saat diberi penyinaran dengan panjang gelombang tertentu. Biji kopi beras, sebelum disangrai mempunyai warna permukaan yang hijau. Derajat penyangraian biasanya dilakukan pada tekanan atmosfer, sebagai media pemanas biasanya digunakan udara panas atau gas-gas hasil pembakaran. Panas juga diperoleh dengan mengadakan kontak antara biji kopi dengan permukaan metal yang panas. Perubahan fisik biji kopi selama penyangraian juga penting secara teknis. Ekspansi biji kopi diakibatkan karena berkurangnya densitas sebagai fungsi dari derajat penyangraian dan kecepatan penyangraian. Secara teknis mesin *roasting* haruslah dapat mengatur kontrol suhu yang diperlukan, perataan panas untuk semua bahan, serta dapat tahan panas.

### Pembentukan Akrilamida

Akrilamida (atau amida akrilat) adalah senyawa organik sederhana dengan rumus kimia  $C_3H_5NO$  dan berpotensi berbahaya bagi kesehatan (menyebabkan kanker atau karsinogenik). Dalam bentuk murni akrilamida berwujud kristal putih dan tidak berbau. Pada suhu ruang, akrilamida larut dalam air, etanol, eter dan kloroform, tidak kompatibel dengan asam, basa, agen pengoksidasi, dan besi (dan garamnya). Dalam keadaan normal akan terdekomposisi menjadi amonia tanpa pemanasan atau menjadi karbon dioksida, karbon monoksida, dan oksida nitrogen dengan pemanasan [5,7,8,20].

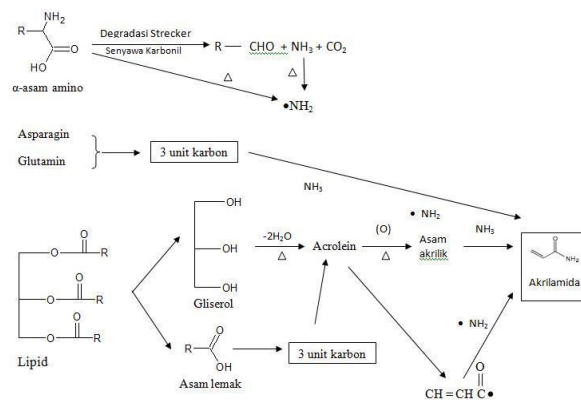
Akrilamida tersusun dari grup amide dan grup vinyl yang merupakan produk intermediate yang dihasilkan dari penguraian reaksi Mailard menjadi beberapa produk dengan prekursornya yaitu gula pereduksi dan asparagin. Zat ini juga biasa digunakan untuk menjernihkan air minum. Sejak tahun 1950, akrilamida diproduksi dengan cara hidrasi akrilonitril dan terdapat dalam bentuk monomer, sedangkan poliakrilamida ada dalam bentuk polimer [21]. Berikut ini struktur kimiawi akrilamida pada Gambar 1.



Gambar 1. Stuktur Akrilamida



Biasanya akrilamida terbentuk pada saat penggorengan, pemanggangan, penyangraian atau pembakaran. Ketiga proses inilah yang bertanggung jawab terhadap tinggi-rendahnya akrilamid dalam pangan. Semakin gelap warna produk akibat pemasakan, makin banyak kandungan akrilamida di dalamnya. Karbohidrat dan asam amino merupakan senyawa kimia utama pada kopi sebagai prekursor reaksi Maillard yang berperan penting dalam menimbulkan aroma pada kopi [23]. Reaksi Maillard adalah reaksi antara senyawa amino (biasanya asam amino, peptide, atau protein) dengan senyawa karbonil. Selama reaksi Maillard dihasilkan zat yang berbahaya seperti akrilamida atau 5-hidroksimetil-furfural [7,8,24]. Mekanisme pembentukan akrilamida dari asam amino dan lipid dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hipotesis mekanisme pembentukan akrilamida dari asam amino dan lipid

*Environmental Protection Agency* (EPA) pada tahun 1992 dan masyarakat Uni Eropa dan WHO pada tahun 1985 telah membatasi kadar akrilamida dalam air minum sebesar 0,5  $\mu\text{g/L}$  (ppb). *Office of Environmental Health Hazard Assessment* (OEAHHA), salah satu divisi EPA di California, telah menetapkan bahwa 0,2  $\mu\text{g/hari}$  akrilamida tidak bersifat karsinogenik. Menurut *The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) tahun 2005 dosis tunggal akrilamida yang menghasilkan pengaruh toksik akut hanya pada dosis di atas 100 mg/kgBB [12,22]. Hasil kajian *Risk assessment* pada asupan akrilamida di beberapa negara diperkirakan antara 0,2-0,8 mg/kgBB/hari. *Food Drug Administration* (FDA) menemukan residu akrilamid pada beberapa produk kopi di pasaran. FDA pada tahun 2009 juga melaporkan bahwa diperkirakan asupan akrilamida bagi konsumen AS rata-rata 0,4  $\mu\text{g/KgBB/hari}$ . Untuk konsumen Internasional rata-rata berkisar 0,2-1,4  $\mu\text{g/KgBB/hari}$ . Berdasarkan perkiraan dari berbagai negara, diidentifikasi rata-rata asupan akrilamida dari 1-4  $\mu\text{g/KgBB/hari}$  [12,25]. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa pada populasi umum, rata-rata asupan akrilamida melalui makanan berada pada rentang 0,3–0,8  $\mu\text{g/kgBB/hari}$  [12,26].

Metode analisa akrilamida yang umum dilakukan dengan metode KCKT menggunakan fase gerak asam fosfat:asetonitril:akuabides (1:5:94 v/v/v), fase diam kolom *Sunfire* C18 (150 x 4,6 mm id, 5 $\frac{1}{4}$  $\mu$ m), dan laju alir 0,15 mL/menit dengan detektor UV 202 nm. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat gelas (Pyrex); ultrasonik (Branson); timbangan analitik macrobalance (Metler Toledo); timbangan analitik semimikrobalance (Metler Toledo); cawan porselen; corong Buchner; vacuum manifold; kaca arloji; detektor UV-Vis (Waters 2489); kolom C18 (Sunfire) 150 mm x 4,6 mm, 5  $\mu$ m; injektor, (Waters SM7); KCKT (Waters e2695) [39].

Tabel 2. Kadar akrilamida pada kopi instan dan kopi tubruk

Referensi	Jenis Kopi	Derajat Sangrai	Kadar Akrilamida (ppm)
[19]	Arabika	Medium to dark	7.02
[2]	Robusta	Medium	7.05
[25]	Kopi Creamer	Light	7,40
[27]	Arabika	Medium	6.02
[36]	Arabika	Light to medium	6,78
[37]	Arabika	Medium	5,98
[38]	Robusta	Dark	9,02
[41]	Kopi Creamer	Medium	7,42
[44]	Robusta	Medium	7.03

### Hubungan Akrilamida yang Terbentuk Akibat Penyangraian terhadap Kesehatan

Kajian awal menunjukkan bahwa hubungan akrilamida dengan kesehatan berkaitan dengan karsinogenitas dan neurotoksisitas [27]. Akrilamida memiliki suatu sistem jenuh elektrofil yang dapat bereaksi dengan pusat nukleofil. Gugus protein dan asam amino menjadi target reaksi utama karena mempunyai pusat nukleofil. Pengikatan akrilamida dengan protein pada hemoglobin, menjadi penyebab aksi toksisitas pada jaringan tersebut. Bentuk monomernya bersifat racun terhadap sistem saraf pusat, sedangkan bentuk polimer diketahui tidak bersifat toksik [22,23,25,28]. Paparan akrilamida pada dosis tinggi terbukti dapat merusak DNA yang berperan sebagai materi genetik, saraf pusat, menimbulkan tumor, menurunkan tingkat kesuburan, serta mengakibatkan keguguran pada tikus percobaan, sedangkan dalam jangka waktu yang lama dengan dosis yang lebih kecil dapat memicu gangguan pada sistem saraf tepi [23,25,29].

Menurut **Simonne tahun 2006**, bahaya akrilamida adalah a) bersifat neurotoxic berarti toksiknya menyerang jaringan syaraf peripheral pada manusia dan menyebabkan iritasi pada kulit dan mata. b) Akrilamida merupakan zat penyebab kanker (*carcinogenic*) yang merusak DNA dengan sebuah mutasi spektrum, dimana akrilamida dihasilkan jika bahan pangan diproses pada temperatur > 120°C). Akrilamida mampu memutasikan DNA dalam sel embrio

tikus. Sel embrio yang terekspos akrilamida mengalami peningkatan jumlah akibat termutasi [30,31]. Hasil *review* Claus et al tahun 2008 juga melaporkan bahwa studi onkogenik pada tikus Fischer yang menerima 2 mg akrilamida/kg BB secara nyata meningkatkan tumor pada kelenjar thyroid, testes, sistem saraf pusat, uterus, dan jaringan lain [25,27,32,33]. Walaupun demikian, dari semua kajian penggunaan dosis akrilamida yang tinggi dengan hewan percobaan, tidak mudah untuk diekstrapolasi menjadi asupan akrilamida melalui pangan pada manusia.

Hasil penelitian yang dilakukan Marta Mesiar dan Francisco J. Morales tahun 2016, untuk mengevaluasi kadar akrilamida dalam kopi yang diperoleh dari mesin penjual kopi. Kadar akrilamida berkisar 7,7-40,0 mg/L (rata-rata: 20,6 mg/L). Tingkat ini mirip dengan yang ditemukan dalam kopi beras yang dibuat oleh mesin kopi lain dengan prosedur ekstraksi yang berbeda. Paparan asupan penduduk Spanyol untuk akrilamida melalui minuman kopi diperkirakan 0,037 mg/kg berat badan/hari (kisaran 0,018-0,056 mg/kg berat badan/hari). Paparan akrilamida maksimum lebih rendah dari nilai 0,2 mg/kg berat badan/hari, disimpulkan sebagai yang terendah dan tidak ada efek buruk yang diamati untuk titik akhir non-karsinogenik [44]. Oleh karena itu dapat disarankan bahwa paparan akrilamida melalui kopi mesin penjual otomatis tidak menyiratkan risiko tinggi bagi kesehatan masyarakat. Data ini berguna untuk berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam penilaian risiko, dan secara umum kepada para komunikator risiko, pembuat kebijakan dan industri [22,23,45].

Pembentukan akrilamida juga dinyatakan sebagai suatu fenomena permukaan. Hal ini ditunjukkan dengan pentingnya hubungan antara waktu dan suhu pada saat proses penyangraian kopi. Akrilamida akan terbentuk jika dalam proses pengolahannya dilakukan pada suhu tinggi, yaitu di atas suhu 120 °C. Semakin tinggi suhu dan semakin lama pemanasan yang dilakukan maka kandungan akrilamida yang terbentuk akan semakin banyak. Kopi serbuk (tubruk) memiliki konsentrasi akrilamida yang lebih tinggi [67]. Ada beberapa faktor yang memungkinkan terjadinya penurunan akrilamida dalam proses pembuatan bubuk kopi ini antara lain adalah penyimpanan dan penambahan air pada tahap perkolasi. Diketahui bahwa penyimpanan makanan atau minuman yang mengandung akrilamida pada suhu >4°C akan menyebabkan penurunan konsentrasi akrilamida. Peningkatan kelembaban dengan adanya air menyebabkan penekanan pembentukan akrilamida dan menurunkan kadar senyawa prekursor akrilamida tersebut [67].

Kandungan akrilamida pada produk kopi yang diekstraksi tidak mengalami penurunan, sedangkan pada produk kopi utuh, terjadi penurunan jumlah yang cukup signifikan. Setelah diamati senyawa yang hilang pada proses ekstraksi, diketahui adalah senyawa tiol. Ini

membuktikan bahwa semakin banyak senyawa reaktif di dalam matrix pangan, maka akan semakin banyak akrilamida yang bereaksi dan kandungannya dalam produk pangan tersebut akan menurun [76].

Penelitian yang dilakukan Prabowo, dkk tahun 2012 untuk mengetahui jumlah akrilamida pada serbuk kopi dan kopi instan yang beredar di masyarakat. Metode analisa akrilamida dilakukan dengan metode KCKT menggunakan fase gerak asam fosfat. : asetonitril:akuabides (1:5:94 v/v/v), fase diam kolom Sunfire C18 (150 x 4,6 mm id, 5 $\mu$ m), dan laju alir 0,15 ml/menit dengan detektor UV 202 nm. Hasil uji validasi metode yang dilakukan memberikan linearitas 0,999 (range 2-20  $\mu$ g/mL), LOD 0,94 g/mL dan LOQ 2,86  $\mu$ g/mL, presisi dengan RSD 0,47 %, dan akurasi serbuk kopi 91-94% serta kopi instan 99-102%. Kadar yang diperoleh menunjukkan kadar akrilamida pada serbuk kopi dan kopi instan masing-masing sebesar  $7,03 \pm 0,01$   $\mu$ g/g dan  $5,71 \pm 0,03$   $\mu$ g/g. Kadar akrilamida dalam serbuk kopi dan kopi instan dinyatakan aman berdasarkan FDA apabila konsumsi kopi tidak melebihi 16 g/hari [48].

Hasil penelitian yang dipaparkan untuk mengukur akrilamida dalam minuman berkafein termasuk kopi Amerika, kopi Lebanon, espresso, kopi instan dan cokelat panas, dan untuk menentukan risiko karsinogenik dan neurotoksik menggunakan metode Analisis Spektrometri Massa Gas *Chromatography*. Peneliti menyatakan kandungan akrilamida rata-rata dalam minuman berkafein adalah 29.176 mg/kg. Sampel Konsumsi harian akrilamida dari kopi Lebanon (10,9 mg/kg BB/hari), cokelat panas (1,2 mg/kg BB/hari) dan Espresso (7,4 mg/kg BB/hari) ditemukan lebih tinggi daripada asupan risiko untuk karsinogenisitas dan neurotoksisitas sebagaimana ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO; 0,3 e2 mg /kg BB /hari. Untuk menghindari risiko karsinogenik dan neurotoksik, peneliti mengusulkan agar WHO/FAO mengatur kadar akrilamida dalam minuman berkafein hingga 7.000 mg akrilamida/kg sampel, nilai yang 4 kali lipat lebih rendah dari rata-rata kadar akrilamida 29.176mg/kg sampel [20,47]. Pada Tabel 3. dipaparkan beberapa penelitian yang dilakukan untuk melihat kandungan akrilamida dan pengaruhnya pada kesehatan.

Tabel 3. Hasil penelitian tentang kandungan akrilamida pada kopi dan hubungannya dengan kesehatan

Judul	Metode	Hasil
Arcinogenic and neurotoxic risks of acrylamide consumed through caffeinated beverages among the lebanese population	Analisis Spektrometri Massa Gas Chromatography	Tingkat acrylamide 29.176 mg / kg dn meningkatkan risiko karsinogenisitas dan neurotoksisitas
Chlorogenic acid	asam klorogenat kompleks	Pengobatan CGA7 menginduksi

<p>complex (CGA7), standardized extract from green coffee beans exerts anticancer effects against cultured Human colon cancer HCT-116 cells Coffee, Tea, Cola, and Bladder Cancer Risk: Dose and Time Relationships Coffee consumption and risk of aortic valve stenosis: A prospective study</p>	<p>(CGA7) ekstrak biji kopi hijau larut air yang tidak mengandung kafein untuk mengevaluasi efek sitotoksik pada sel kanker manusia dan tikus dengan menggunakan pendekatan yang berbeda Case control menggunakan beberapa model regresi logistik.  Studi prospektif Insiden kasus AVS diidentifikasi melalui hubungan dengan pasien nasional Swedia dan penyebab kematian Regres.</p>	<p>kematian sel dengan cara tergantung dosis dan waktu di berbagai lini sel kanker. CGA7 kompleks molekul anti kanker kuat yang ditemukan dalam biji kopi hijau bisa menjadi bahan bioaktif yang aman untuk pencegahan kanker. tidak ada hubungan yang ditemukan antara risiko kanker kandung kemih dengan konsumsi harian kopi.</p>
<p>Coffee and autoimmunity</p>	<p>Studi prospektif Insiden kasus AVS diidentifikasi melalui hubungan dengan pasien nasional Swedia dan penyebab kematian Regres.</p>	<p>konsumsi kopi yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko AVS.</p>
<p>Coffee for Cardioprotection and Longevity</p>	<p>studi prospektif besar</p>	<p>Asupan kopi menyebabkan penurunan sensitivitas insulin di T1DM, dalam kemanjuran metotreksat pada RA, dan pada penyerapan levothyroxine pada penyakit Hashimoto. Selanjutnya, konsumsi kopi dikaitkan dengan reaktivitas silang dengan antibodi gliadin pada pasien celiac Konsumsi kopi dikaitkan dengan pengurangan tergantung dosis di semua penyebab kematian dan kematian. Kopi juga mengurangi risiko untuk T2D, penyakit hati, penyakit Parkinson, depresi, dan bunuh diri. Konsumsi sehari-hari 2 hingga 5 cangkir kopi (16 hingga 40 oz) dengan asupan kafein hingga 400 mg / hari tampaknya aman dan dikaitkan dengan efek menguntungkan yang paling kuat untuk sebagian besar hasil kesehatan yang diteliti.</p>
<p>Coffee inhibits nuclear factor-kappa B in prostate cancer cells and xenografts</p>	<p>Sel PC3 secara stabil ditransduksi dengan reporter NF-<math>\kappa</math>B-luciferase digunakan baik secara in vitro dan untuk xenografts. Aktivitas NF-<math>\kappa</math>B diukur dengan tes reporter, pengikatan DNA dan pencitraan in vivo.</p>	<p>Kopi menghambat aktivitas NF-<math>\kappa</math>B yang diinduksi TNF<math>\alpha</math> dan pengikatan DNA pada sel PC3. Selanjutnya, kopi meningkatkan apoptosis dan memodulasi ekspresi sejumlah gen peradangan dan kanker yang terkait pada sel PC3 yang diobati TNF<math>\alpha</math></p>
<p>Identifikasi Dan Analisis Akrilamida Dalam Kopi Serbuk (Tubruk) Dan Kopi Instan Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi</p>	<p>metode KCKT menggunakan fase gerak asam fosfat:asetonitril:akuabides (1:5:94 v/v/v), fase diam kolom Sunfire C18 (150 x 4,6 mm id, 5<math>\mu</math>m), dan laju alir 0,15 mL/menit dengan detektor UV 202 nm.</p>	<p>Kadar akrilamida 7,03 <math>\pm</math> 0,01 <math>\mu</math>g/g dan 5,71 <math>\pm</math> 0,03 <math>\mu</math>g/g dan dinyatakan aman untuk kesehatan</p>

Associations of coffee, tea and caffeine intake with risk of breast, endometrial and ovarian cancer among Canadian women	regresi bahaya proporsional yang dimodifikasi untuk desain kohort kasus untuk memperkirakan rasio hazard (HR) dan interval kepercayaan 95%	Kopi tidak terkait dengan risiko keseluruhan kanker payudara dan ovarium. Namun ada kecenderungan peningkatan risiko kanker payudara dengan peningkatan tingkat total kopi, kopi berkafein.
--	--	---

Hasil penelitian lain yang bertentangan dari yang telah dipaparkan sebelumnya adalah, *World Health Organization* telah mengeluarkan kopi dari daftar penyebab kanker sejak tahun 2016. Pandangan kopi dapat meningkatkan risiko seseorang terkena kanker telah memudar beberapa tahun belakangan ini. Justru banyak hasil kajian yang menyatakan bahwa kopi memiliki manfaat baik bagi kesehatan. *Bloomberg School of Public Health* menyatakan konsumsi secangkir kopi dalam satu hari tidak memiliki kemungkinan yang tinggi untuk terpapar karsinogen. Penelitian yang dilakukan lembaga penyelidik kanker yang dinaungi WHO pada tahun 2016 menyimpulkan bahwa kopi bukan merupakan penyebab kanker payudara, prostat atau pankreas. Kopi bahkan dapat mencegah risiko kanker hati dan rahim [12,16,49]. Menurut hasil penelitian yang dirilis oleh *University of Southampton*, konsumsi kopi sebanyak 3-4 cangkir sehari memiliki manfaat untuk mencegah risiko penyakit hati, diabetes, demensia dan beberapa jenis kanker. Namun ini hanya berlaku untuk konsumsi kopi tanpa tambahan gula, susu dan bahan lainnya [18,19,50]

Masalah yang mencuat belakangan ini adalah persoalan yang disebabkan unsur akrilamida ketika biji kopi disangrai [48]. *Council for Education and Research on Toxic* menuntut agar adanya upaya untuk metode pengolahan kopi yang tidak menyebabkan unsur akrilamida pada kopi tanpa mengurangi citarasa kopi. Namun batas aman dari unsur akrilamida yang dapat dikonsumsi melalui kopi itu sendiri memang belum dapat dipastikan [12,13,49].

### State Of The Art

Berdasarkan literatur di atas dapat dilihat bahwa penelitian yang dipublikasi sebatas penyangraian kopi dan uraian tentang konsumsi akrilamida dalam diet kopi pada kelompok masyarakat. Namun belum ada penelitian yang menyatakan pada suhu dan waktu yang tepat untuk penyangraian kopi yang aman dengan hasil samping akrilamida yang tidak membahayakan kesehatan.

### Kesimpulan

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan perlu dilakukan penelitian tentang cara penyangraian kopi dengan parameter suhu dan waktu yang tepat untuk mengetahui tingkat kematangan sesuai standar meliputi pengontrolan terbentuknya akrilamida yang bisa dikaji

kejelasan efeknya pada kesehatan.

### Daftar Pustaka

- [1] International Coffee Organization (ICO), <http://www.ico.org/historical/>
- [2] Ditjen Perkebunan, Luas Areal dan Produksi Perkebunan Seluruh Indonesia menurut Provinsi dan Status Pengusahaan: Komoditas Kopi, 2012
- [3] Cristina M. Villanueva, Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk Barcelona, Spain, 2006 Agudelo-ochoa, G. M., Pulgar, I. C., Vel, C. M., Duque-ram, M., & Naranjo-cano, M. (2016). Coffee Consumption Increases the Antioxidant Capacity of Plasma and Has No Effect on the Lipid Profile or Vascular Function in Healthy Adults in a Randomized Controlled Trial. *J Nutr*, 146, 524–531. <https://doi.org/10.3945/jn.115.224774.ferulic>
- [4] Akilloğlu, H. G., & Gökmen, V. (2014). Mitigation of acrylamide and hydroxymethyl furfural in instant coffee by yeast fermentation. *Food Research International*, 61, 252–256. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.057>
- [5] Blank, I. (2005). Current status of acrylamide research in food: Measurement, safety assessment, and formation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1043, 30–40.
- [6] Clarke, R.J. 1986. The Volatile Compounds of Roasted Coffee. In: Illy A. and Viani R. Espresso Coffee: The Chemistry of Quality. Academic Press Limited, London.
- [7] Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R., & Escher, F. (2008). Coffee roasting and aroma formation: Application of different time- temperature conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 5836–5846.
- [8] Lingle, T.R. 2001. The Coffee Cupper's Handbook: A Systematic Guide to the Sensory Evaluation of Coffee Flavor. Ed. Coffee Development Group, Washington D.C. 71p
- [9] Ciesarová, Z., E. Kiss, & P. Boegl. 2006. Impact of L-Asparaginase on Acrylamide Content in Potato Products. *Journal of Food and Nutrition Research*. 45(4):141-146.
- [10] Claus, A., R. Carle, & A. Schieber. 2008. Acrylamide in cereal products: A review. *Journal of Cereal Science* 47:118–133. EFSA. [European Food Safety Authority] 2012.
- [11] Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010. *EFSA Journal* 10(10):2938. [38 pp.] [doi:10.2903/j.efsa.2012.2938](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2938).
- [12] FDA (Food and Drug Administration). 2009. Acrylamide in Food. *Federal Register*. Vol. 74. No. 164. [www.thefederalregister.com](http://www.thefederalregister.com).
- [13] Martin MJ, Pablos F, Gonzales AG. 1999. Characterization of Arabica and Robusta roasted coffee varieties and mixture resolution according to their metal content. *Food Chemistry* 66:365-370
- [14] Amrein, T., Bachmann, S., Noti, A., Biedermann, M., Barbosa, M., Biedermann, B., Grob, K., Keiser, A., Realini, P., Escher, F., & Amado, R. (2003). Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: A comparison of varieties and farming systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 5556-5560
- [15] Albouchi, A., Russ, J., & Murkovic, M. (2018). Parameters affecting Martin MJ, Pablos F, Gonzales AG. 1999. Characterization of Arabica and Robusta roasted coffee
- [16] The exposure to furfuryl alcohol from coffee. *Food and Chemical Toxicology*, 118 (November 2017), 473–479. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.055>
- [17] Alongi, M., & Anese, M. (2018a). Effect of coffee roasting on in vitro  $\alpha$ -glucosidase activity: Inhibition and mechanism of action. *Food Research International*, 111, 480–487. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.061>
- [18] Amigoni, L., Stuknytė, M., Ciaramelli, C., Magoni, C., Bruni, I., De Noni, I., ... Palmioli, A. (2017a). Green coffee extract enhances oxidative stress resistance and delays aging in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Functional Foods*, 33, 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.056>

- [19] Andrzejewski, D., Roach, J. A. G., Gay, M. L., & Musser, S. M. (2004). Analysis of Coffee for the Presence of Acrylamide by LC-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(7), 1996–2002. <https://doi.org/10.1021/jf0349634>
- [20] Anese, M., Nicoli, M. C., Verardo, G., Munari, M., Mirolo, G., & Bortolomeazzi, R. (2014). Effect of vacuum roasting on acrylamide formation and reduction in coffee beans. *Food Chemistry*, 145, 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.047>
- [21] Ariseto, A. P., & Vicente, E. (2015). Chapter 65 - Estimate of Acrylamide Intake from Coffee and Health Risk Assessment. In V. R. B. T.-C. in H. and D. P. Preedy (Ed.) (pp. 575–584). San Diego: Academic Press. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00065-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00065-6)
- [22] Arthur, R., Kirsh, V. A., & Rohan, T. E. (2018). Associations of coffee, tea and caffeine intake with risk of breast, endometrial and ovarian cancer among Canadian women. *Cancer Epidemiology*, 56(July), 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.07.013>
- [23] Artin, P. E. R. M. (2005). Effect of Roasting on the Formation of Chlorogenic Acid Lactones in Coffee, 1505–1513.
- [24] Attoff, K., Kertika, D., Lundqvist, J., Oredsson, S., & Forsby, A. (2016). Acrylamide affects proliferation and differentiation of the neural progenitor cell line C17.2 and the neuroblastoma cell line SH-SY5Y. *Toxicology in Vitro*, 35, 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2016.05.014>
- [25] Bae, J.-H., Park, J.-H., Im, S.-S., & Song, D.-K. (2014). Coffee and health. *Integrative Medicine Research*, 3(4), 189–191. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2014.08.002>
- [26] Baeza, G., Amigo-Benavent, M., Sarriá, B., Goya, L., Mateos, R., & Bravo, L. (2014). Green coffee hydroxycinnamic acids but not caffeine protect human HepG2 cells against oxidative stress. *Food Research International*, 62, 1038–1046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.035>
- [27] Mondello, L., F. Costa, P.Q. Tranchida, P. Dugo, M. L. Presti, S. Festa. A. Fazio, And G. Dugo. 2005. Reliable characterization Of Coffee Bean Aroma Profiles By automated Headspace Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry With The support Of A Dual-Filter Mass Spectra Library. *J. Sep. Sci* 28: 1101-1109.
- [28] Bagdonaite, K., Derler, K., & Murkovic, M. (2008). Determination of acrylamide during roasting of coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6081–6086. <https://doi.org/10.1021/jf073051p>
- [29] Baker, J. A., Boakye, K., McCann, S. E., Beehler, G. P., Rodabaugh, K. J., Villella, J. A., & Moysich, K. B. (2007). Consumption of black tea or coffee and risk of ovarian cancer. *International Journal of Gynecological Cancer*, 17(1), 50–54. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1438.2006.00773.x>
- [30] Oosterveld A Dan A.G.J Voragen, 2003. Effect Of Roasting On The Carbohydrate Composition Of *Coffea Arabica* Beans, *Journal Of Food Engineering*, 54 (2), Pp 183-192 Baltacıoglu, E., Yuva, P., Aydın, G., Alver, A., Kahraman, C., Karabulut, E., & Akalın, F. A. (2014). Lipid Peroxidation Levels and Total Oxidant/Antioxidant Status in Serum and Saliva From Patients With Chronic and Aggressive Periodontitis. Oxidative Stress Index: A New Biomarker for Periodontal Disease? *Journal of Periodontology*, 85(10), 1432–1441. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.130654>
- [31] Bessaire, T., Perrin, I., Tarres, A., Bebius, A., Reding, F., & Theurillat, V. (2018). Mycotoxins in green coffee: Occurrence and risk assessment. *Food Control*, 96(August 2018), 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.08.033>
- [32] Bhoo-Pathy, N., Uiterwaal, C. S. P. M., Dik, V. K., Jeurink, S. M., Bech, B. H., Overvad, K., ... Bueno-De-Mesquita, H. B. (2013). Intake of Coffee, Decaffeinated Coffee, or Tea Does Not Affect Risk for Pancreatic Cancer: Results From the European



- Prospective Investigation into Nutrition and Cancer Study. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 11(11), 1486–1492. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2013.05.029>
- [33] Bhumiratana, N., Adhikari, K., & Chambers, E. (2011). Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2185–2192. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.001>
- [34] Bottazzi, D., Farina, S., Milani, M., & Montorsi, L. (2012). A numerical approach for the analysis of the coffee roasting process. *Journal of Food Engineering*, 112(3), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.04.009>
- [35] Budryn, G., Grzelczyk, J., Jaśkiewicz, A., Żyżelewicz, D., Pérez-Sánchez, H., & Cerón-Carrasco, J. P. (2018). Evaluation of butyrylcholinesterase inhibitory activity by chlorogenic acids and coffee extracts assed in ITC and docking simulation models. *Food Research International*, 109, 268–277. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.041>
- [36] Budryn, G., Nebesny, E., & Oracz, J. (2015). Correlation Between the Stability of Chlorogenic Acids, Antioxidant Activity and Acrylamide Content in Coffee Beans Roasted in Different Conditions. *International Journal of Food Properties*, 18(2), 290–302. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.805769>
- [37] Cagliero, C., Nan, H., Bicchi, C., & Anderson, J. L. (2016). Matrix-compatible sorbent coatings based on structurally-tuned polymeric ionic liquids for the determination of acrylamide in brewed coffee and coffee powder using solid-phase microextraction. *Journal of Chromatography A*, 1459, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.06.075>
- [38] Caporaso, N., Whitworth, M. B., Cui, C., & Fisk, I. D. (2018). Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. *Food Research International*, 108(December 2017), 628–640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.077>
- [39] Chen, X. M., Ma, Z., & Kitts, D. D. (2018). Effects of processing method and age of leaves on phytochemical profiles and bioactivity of coffee leaves. *Food Chemistry*, 249(September 2017), 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.073>
- [40] Chen, Z. C., Peng, W. T., Li, J., & Liao, H. (2018). Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 74, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.semcd.2017.08.005>
- [41] Ciaramelli, C., Palmioli, A., De Luigi, A., Colombo, L., Sala, G., Riva, C., ... Airoidi, C. (2018). NMR-driven identification of anti-amyloidogenic compounds in green and roasted coffee extracts. *Ciaramelli, Carlotta Palmioli, Alessandro De Luigi, Ada Colombo, Laura Sala, Gessica Riva, Chiara Zoia, Chiara Paola Salmona, Mario Airoidi, Cristina*, 252, 171–180. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.01.075>
- [42] Ciccone, G., & Vineis, P. (1988). Coffee drinking and bladder cancer. *Cancer Letters*, 41(1), 45–52. [https://doi.org/10.1016/0304-3835\(88\)90053-5](https://doi.org/10.1016/0304-3835(88)90053-5)
- [43] Cordeiro, L., Valente, I. M., Santos, J. R., & Rodrigues, J. A. (2018). Qualitative carbonyl profile in coffee beans through GDME-HPLC-DAD-MS/MS for coffee preliminary characterization. *Food Research International*, 107(November 2017), 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.072>
- [44] Costabile, A., Sarnsamak, K., & Hauge-Evans, A. C. (2018). Coffee, type 2 diabetes and pancreatic islet function – A mini-review. *Journal of Functional Foods*, 45(April), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.011>
- [45] Liu, J., Zhao, G., Yuan, Y., Chen, F., Hu, X., 2008, Quantitative Analysis of Acrylamide in Tea by Liquid Chromatography Coupled with Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry, *Food Chem.*, Vol. 108. 760-767

- [46] Cui, H., Tao, F., Hou, Y., Lu, Y., Zheng, T., Sang, S., & Lv, L. (2018). Dual effects of propyl gallate and its methylglyoxal adduct on carbonyl stress and oxidative stress. *Food Chemistry*, 227–232. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.045>
- [47] Lingnert, H., Grivas, S., Jagerstad, M., Skog, K., Tornqvist, M., Aman, P., 2002, Acrylamide in Food : Mechanisms of Formation and Influencing Factor during heating of foods, *Scand. J. Nutr.*, Vol. 46:
- [48] Prabowo, Identifikasi Dan Analisis Akrilamida Dalam Kopi Serbuk (Tubruk) Dan Kopi Instan Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi, Jakarta 2015
- [49] De Luca, S., De Filippis, M., Bucci, R., Magri, A. D., Magri, A. L., & Marini, F. (2016). Characterization of the effects of different roasting conditions on coffee samples of different geographical origins by HPLC-DAD, NIR and chemometrics. *Microchemical Journal*, 129, 348–361. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.07.021>
- [50] Acrylamide in coffee: Estimation of exposure from vending machines Spain 2016
- [51] De Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Magalhães Júnior, A. I., Vásquez, Z. S., Medeiros, A. B. P., Vandenberghe, L. P. S., & Soccol, C. R. (2019). Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans –A review. *Food Chemistry*, 272, 441–452. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.061>
- [52] De Toledo, P. R. A. B., de Melo, M. M. R., Pezza, H. R., Toci, A. T., Pezza, L., & Silva, C. M. (2017). Discriminant analysis for unveiling the origin of roasted coffee samples: A tool for quality control of coffee related products. *Food Control*, 73, 164–174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.08.001>
- [53] Delgado-Andrade, C., Morales, F. J., Seiquer, I., & Pilar Navarro, M. (2010). Maillard reaction products profile and intake from Spanish typical dishes. *Food Research International*, 43(5), 1304–1311. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.03.018>
- [54] Di Girolamo, F. G., Mazzucco, S., Situlin, R., Mohorko, N., Jenko-Pražnikar, Z., Petelin, A., ... Biolo, G. (2016). Roasting intensity of naturally low-caffeine Laurina coffee modulates glucose metabolism and redox balance in humans. *Nutrition*, 32(9), 928–936. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.02.001>
- [55] Dias, R. C. E., Valderrama, P., Março, P. H., Dos Santos Scholz, M. B., Edelmann, M., & Yeretian, C. (2018). Data on roasted coffee with specific defects analyzed by infrared-photoacoustic spectroscopy and chemometrics. *Data in Brief*, 20, 242–249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.08.013>
- [56] Dibaba, K., Tilahun, L., Satheesh, N., & Geremu, M. (2018a). Acrylamide occurrence in Keribo: Ethiopian traditional fermented beverage. *Food Control*, 86, 77–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.016>
- [57] Dibaba, K., Tilahun, L., Satheesh, N., & Geremu, M. (2018b). Acrylamide occurrence in Keribo: Ethiopian traditional fermented beverage. *Food Control*, 86, 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.016>
- [58] Dorfner, R., Ferge, T., Kettrup, A., Zimmermann, R., & Yeretian, C. (2003). Real-time monitoring of 4-vinylguaiacol, guaiacol, and phenol during coffee roasting by resonant laser ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(19), 5768–5773. <https://doi.org/10.1021/jf0341767>
- [59] Dorfner, R., Ferge, T., Yeretian, C., Kettrup, A., & Zimmermann, R. (2004). Laser Mass Spectrometry as On-Line Sensor for Industrial Process Analysis: Process Control of Coffee Roasting. *Analytical Chemistry*, 76(5), 1386–1402. <https://doi.org/10.1021/ac034758n>
- [60] Eerola, S., Hollebekkers, K., Hallikainen, A., & Peltonen, K. (2007). Acrylamide levels in Finnish foodstuffs analysed with liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51(2), 239–247. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600167>

- [61] El-Zakhem Naous, G., Merhi, A., Abboud, M. I., Mroueh, M., & Taleb, R. I. (2018a). Carcinogenic and neurotoxic risks of acrylamide consumed through caffeinated beverages among the lebanese population. *Chemosphere*, *208*, 352–357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.05.185>
- [62] El-Zakhem Naous, G., Merhi, A., Abboud, M. I., Mroueh, M., & Taleb, R. I. (2018b). Carcinogenic and neurotoxic risks of acrylamide consumed through caffeinated beverages among the lebanese population. *Chemosphere*, *208*, 352–357. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.05.185>
- [63] Farhaty, N., & Muchtaridi. (2015). Tinjauan Kimia Dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi : Review. *Farmaka*, *4*(3), 1–19. Retrieved from <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=476603&val=1386&title=Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi : Review>
- [64] Faridvand, Y., Nozari, S., Atashkhoei, S., Nouri, M., & Jodati, A. (2018). Amniotic membrane extracted proteins protect H9c2 cardiomyoblasts against hypoxia-induced apoptosis by modulating oxidative stress. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *503*(3), 1335–1341. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.07.045>
- [65] Ferraz, M. B. M., Farah, A., Iamanaka, B. T., Perrone, D., Copetti, M. V., Marques, V. X., ... Taniwaki, M. H. (2010). Kinetics of ochratoxin A destruction during coffee roasting. *Food Control*, *21*(6), 872–877. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.12.001>
- [66] Franca, A. S., Oliveira, L. S., Oliveira, R. C. S., Agresti, P. C. M., & Augusti, R. (2009). A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. *Journal of Food Engineering*, *92*(3), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.012>
- [67] Friedman, M., Dulak, L., & Stedham, M. (1995). A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide. *Fundamental and Applied Toxicology*, *27*, 95–105.
- [68] Giacalone, D., Degn, T. K., Yang, N., Liu, C., Fisk, I., & Münchow, M. (2019). Common roasting defects in coffee: Aroma composition, sensory characterization and consumer perception. *Food Quality and Preference*, *71*, 463–474. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.009>
- [69] Gianni, S., Armando, F., Gabriella, M., Massimo, R., Sauro, V., & Sergio, A. (2007). HPLC-MS validation of QualisaFoo?? biosensor kit for cost-effective control of acrylamide levels in Italian coffee. *Food Control*, *18*(10), 1267–1271. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.08.005>
- [70] Gloess, A. N., Vietri, A., Wieland, F., Smrke, S., Schönbacher, B., López, J. A. S., ... Yeretian, C. (2014). Evidence of different flavour formation dynamics by roasting coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS. *International Journal of Mass Spectrometry*, *365–366*, 324–337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijms.2014.02.010>
- [71] Gomes, T., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., Casal, S., & Baptista, P. (n.d.). Effect of fresh and composted spent coffee grounds on lettuce growth , photosynthetic pigments and mineral composition Efeito da borra de café fresca e compostada no crescimento , teores em pigmentos fotossintéticos e composição mineral de plantas de alfa.
- [72] Goodman, B. A., Pascual, E. C., & Yeretian, C. (2011). Real time monitoring of free radical processes during the roasting of coffee beans using electron paramagnetic resonance spectroscopy. *Food Chemistry*, *125*(1), 248–254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.072>
- [73] Gouthamchandra, K., Sudeep, H. V., Venkatesh, B. J., & Shyam Prasad, K. (2017). Chlorogenic acid complex (CGA7), standardized extract from green coffee beans exerts

- anticancer effects against cultured human colon cancer HCT-116 cells. *Food Science and Human Wellness*, 6(3), 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.06.001>
- [74] Goya, L., Delgado-Andrade, C., Rufián-Henares, J. A., Bravo, L., & Morales, F. J. (2007). Effect of coffee Melanoidin on human hepatoma HepG2 cells. Protection against oxidative stress induced by tert-butylhydroperoxide. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(5), 536–545. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600228>
- [75] Granby, K., & Fagt, S. (2004a). Analysis of acrylamide in coffee and dietary exposure to acrylamide from coffee. *Analytica Chimica Acta*, 520(1), 177–182.
- [76] Hoenicke K dan Robert, G. 2005. Studies on the stability of acrylamide in food during storage. *Journal of AOAC International* Vol. 88 No. 1 2005.